

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.01 Геология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Монацит как источник тория: на примере пляжных песков Индии

УДК 549.752.143:553.493.68(540)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Абраев Дамир Ергазыулы		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Л.П	д.г – м.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына З.В	к.т.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООТД	Мезенцева И.Л			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Е.Г	д.г – м.н		

Томск – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ООП 05.04.01)

Геология

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Выпускник готов применять глубокие базовые и специальные естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования
P2	Выпускник способен производить подсчет запасов и оценку ресурсов, провести поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях, осуществлять геологическое сопровождение разработки месторождений нефти и газа. Способен, выполнять моделирование для оценки достоверности запасов и выбора кондиционных параметров, разработать ТЭО кондиций для участков выборочной детализации.
P3	Выпускник способен осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата; организовать и провести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ.
P4	Может совершенствовать существующие и разрабатывать новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРП, технико-технологические решения, вести поиск новых технологий добычи и переработки руд и углеводородного сырья. Может самостоятельно выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-геофизические и минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.
Общекультурные компетенции	
P5	Обладает высоким уровнем стремления показать высокие результаты, готовностью взять на себя дополнительную ответственность Проявляет оптимизм. Задумывается о том, что выходит за рамки ситуации и др.
P6	Способен отказаться от традиционных подходов, генерировать новые идеи и подходы. Способен найти новые решения в неопределенных ситуациях и др.
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в геологоразведочной сфере.
P9	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа

ИШПР

Направление подготовки (специальность) 05.04.01 «Геология»

Отделение школы

(НОЦ) Геология

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ71	Абраеву Дамиру Ергазыулы

Тема работы:

Монацит как источник тория: на примере пляжных песков Индии

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Образцы монацитового песка с побережья штата Керала, данные рентгеноструктурного исследования проб, данные электронной микроскопии, данные по результатам исследования нейтронно-активационного анализа проб, графический материал

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

1. Источники тория
2. Монацитовые пески как источник редкоземельных элементов, тория и урана.
3. Краткий очерк геологического строения штата Керала
4. Особенности монацитов пляжных песков республики Индия
5. Особенности вещественного состава
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

	7. Социальная ответственность Заключение Список литературы Приложение А
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП Криницына З.В
Социальная ответственность	Ассистент ООТД Мезенцева И.Л
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Shear Zones and Crustal Blocks of Southern India	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Рихванов Леонид Петрович	Д.Г.-М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Абраев Дамир Ергазыулы		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ71	Абраеву Дамиру Ергазыулы

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.01 Геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1.Литературные источники
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2.Методические указания по разработке раздел
2 Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3.Сборник сметных норм ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных работ»

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1.Расчет стоимости ОЗП, амортизации материалов
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2.Составление плана исследований по анализу монацитового песка
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3.Обоснование необходимости изучения монацитового песка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Абраев Дамир Ергазыулы		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ71	Абраеву Дамиру Ергазыулы

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.01 Геологии

Тема ВКР:

Монацит как источник тория на примере пляжных песков Индии	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования являются пробы пляжных песков с побережья штата Керала, Индия</p> <p>Основной объем работ (проведение анализов, построение диаграмм, графиков, набор текста) выполнен на персональном компьютере который расположен на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ)</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 12.0.003-2015 ГОСТ 12.1.019-79 ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.548-96</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p>	<p>В данном разделе проводится описание вредных и опасных факторов, возникающих при камеральных работах.</p> <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электромагнитные поля и излучения 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Отклонение показателей микроклимата в помещении 4. Шум на рабочем месте. 5. Нервно-психические нагрузки (умственное перенапряжение). <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электрический ток; 2. Пожароопасность

3. Экологическая безопасность:	Безопасная утилизация бумаги, люминесцентных ламп и составных частей персонального компьютера.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	В данном разделе описывается безопасность при возникновении пожара в аудиториях и корпусах где проводится камеральный этап.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ООТД	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Абраев Д.Е.		

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация 87 с., 22 рис., 22 табл., 27 источников.

Ключевые слова: торий, монацитовый песок, штат Керала, Траванкор, Республика Индия.

Объектом исследования являются образцы монацитового песка с побережья штата Керала (Индия)

Цель работы: изучение образцов монацитового песка с побережья штата Керала (Индия) с помощью инструментального нейтронно - активационного анализа, рентгенофазового анализа и электронной микроскопии.

Методология: В процессе исследования проводился обзор литературы по теме, лабораторные исследования, обработка и анализ полученных результатов.

Оглавление

Введение	9
1 Источники тория	11
2 Монацитовые пески как источник редкоземельных элементов, тория и урана.	16
3 Краткий очерк геологического строения штата Керала.....	18
3.1 Состояние исследований тяжелых минералов в Индии.....	20
3.2 Геоморфологическая эволюция и формирование россыпей.....	20
3.3 Региональная геология и источник тяжелых минералов	21
3.4 Гнейсовые породы.....	23
3.5 Хондалиты	23
4 Особенности монацитов пляжных песков республики Индия	25
5 Особенности вещественного состава.....	33
5.1 Результаты рентгенофазового анализа.....	33
5.2 Результаты ИНАА	41
5.3 Результаты электронной микроскопии	42
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	48
6.1 Техничко-экономическое обоснование.....	48
6.2 Расчет затрат времени на рентгеноструктурный анализ.....	50
6.3 Общая стоимость лабораторных анализов	52
7 Социальная ответственность	54
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	55
7.2 Производственная безопасность	57
7.3 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.	58
Список литературы	73
Приложение А	76

Введение

Монацит — минерал, фосфат редкоземельных элементов, в основном цериевой группы — (Ce, La, Nd, Th) PO₄, содержит более 50 % оксидов редкоземельных элементов. Впервые этот минерал был обнаружен в 1826 году на Южном Урале в Ильменских горах. В основном минерал встречается в гранитных породах и иных горных породах, а также в россыпях морских песков. Обычно в виде отдельных кристаллов, с образованием корочек, землистых скоплений, зернистых и сферических агрегатов. В промышленности этот минерал используют в основном для получения некоторых редкоземельных металлов, из-за радиации его не применяют в ювелирном деле.

Цель работы: изучение образцов монацитового песка с побережья штата Керала (Индия) с помощью инструментального нейтронно - активационного анализа, рентгенофазового анализа и электронной микроскопии, работа с литературными источниками и результатами ранее проведенных исследований.

1 Источники тория

В небольших количествах торий присутствует во всех горных породах (например, граните), грунтах и почвах [5]. Запасы тория в земной коре ($3,3 \times 10^6$ т) соизмеримы с запасами урана ($3,5 \times 10^6$ т) - его количество примерно равно количеству свинца. Почвы обычно содержат 5-12 частей на миллион (ppm) тория. Торий концентрируется в нескольких минералах, в основном – в монаците – смешанном фосфате редкоземельных элементов (в основном – церия) и тория (до 12% ThO_2). Именно минералы РЗЭ служат источником получения тория. Радиоактивность ториевых минералов связана не с главным изотопом, ^{232}Th (изотоп распадается медленно, т.к. его период полураспада в 3 раза больше времени жизни Земли), а с другими изотопами тория – членами ториевого и урановых рядов, хотя их содержание по массе пренебрежимо мало.

Основной промышленный источник тория - монацитовые россыпи (морские и континентальные).

Монацит не является минералом с преимущественным содержанием тория. Это скорее безводный фосфат редких земель. Сам торий обычно не добывается. Его в качестве побочного продукта извлекают при добыче редкоземельных элементов или урана.

Торий накапливается: 1) в магматических месторождениях, 2) в пегматитовых, 3) в высокотемпературных вулканогенных гидротермальных и 4) в россыпях. В магматических месторождениях торий концентрируется в гранитах — в акцессорном монаците и частично торите, а также в нефелиновых сиенитах (в лопарите). Из лопарита торий извлекается в качестве побочного продукта при добыче ниобия и редких земель. Торий может также накапливаться в карбонатитах, где он входит в состав микролита. В пегматитовых месторождениях торий накапливается в гранитных пегматитах в виде эшенита, приорита и других минералов.

Промышленных концентраций эти минералы не образуют, а являются дополнительным источником тория. В высокотемпературных вулканогенных гидротермальных месторождениях торий концентрируется в торите, ферриторите, торианите и урано-торианите. В ряде урановых рудных полей, где основным минералом является настуран, минеральные образования тория могут достигать промышленных концентраций. К россыпным месторождениям относятся в основном монацит содержащие пески. Они широко распространены в Австралии, Индии, Новой Зеландии и других странах. В настоящее время именно этот тип месторождений имеет главное промышленное значение в качестве минерального сырья на торий.

Главным источником тория на земном шаре являются прибрежно-морские россыпи. Наиболее крупные месторождения этого типа находятся на южном и вост. побережьях Индии (штаты Керала, Мадрас, Андхра-Прадеш, Орисса) и на восточном берегу Бразилии (штаты Минас-Жерайс, Баия, Эспириту – Санту, Рио-де-Жанейро и др.). Содержание монацита в индийских россыпях варьирует от 0,5 до 2,0%, в бразильских — от 2,0 до 5,0%. Второстепенную роль играют континентальные, в основном долинные, россыпи, известные, в частности, в ряде районов США. Единственным коренным месторождением ториевых руд, имеющим промышленное значение, является жильное месторождение Стинкасмкрааль в ЮАР. В качестве попутного компонента торий получают из урансодержащих конгломератов месторождения Блайнд - Ривер в Канаде, а также и из других комплексных месторождений.

Некоторые месторождения монацита осадочного происхождения чрезвычайно крупные. Траванкорское месторождение в Индии – важный источник промышленного тория. Высокая плотность и относительная химическая инертность фосфатов монацита способствовали его отложению в результате разрушения россыпей на отмелях, а также в прибрежных растонах в виде крупного песка, от жёлтого до коричневого или красного цвета.

Поскольку монацит проявляет заметные магнитные свойства, его можно концентрировать с помощью магнитных полей

Среди генетических типов ториеносных месторождений выделяются эндогенные и экзогенные. В группе эндогенных месторождений известны магматические, пегматитовые, карбонатитовые, альбититовые, скарновые и гидротермальные. Все они обнаруживают связь со щелочными магматическими породами. К крупнейшим пегматитовым относятся месторождения района Банкрофт (Канада). Из карбонатитовых выделяется торийсодержащее редкоземельное месторождение Маунтин-Пасс в Калифорнии. Максимальные содержания тория в рудах (3-6%) известны на гидротермальном редкоземельном месторождении Стинкампскрааль в ЮАР. Экзогенные месторождения представлены разнообразными (элювиальными, аллювиальными и прибрежно-морскими современными и погребёнными) монацитовыми россыпями. Они являются главным источником тория. Крупнейшие прибрежно-морские россыпи известны в Индии (среднее содержание монацита в песках 0,75%) и Бразилии (от 2 до 5%).

Ресурсы тория

Торий встречается во многих минералах, наиболее распространенным из которых является редкоземельный минерал - фосфат тория - монацит, в котором содержится до 12% оксида тория. Залежи этого минерала имеются в нескольких странах (рис. № 1). Ради тория монацит не добывается. Его добычу ведут ради извлечения редкоземельных элементов, торий извлекается попутно.

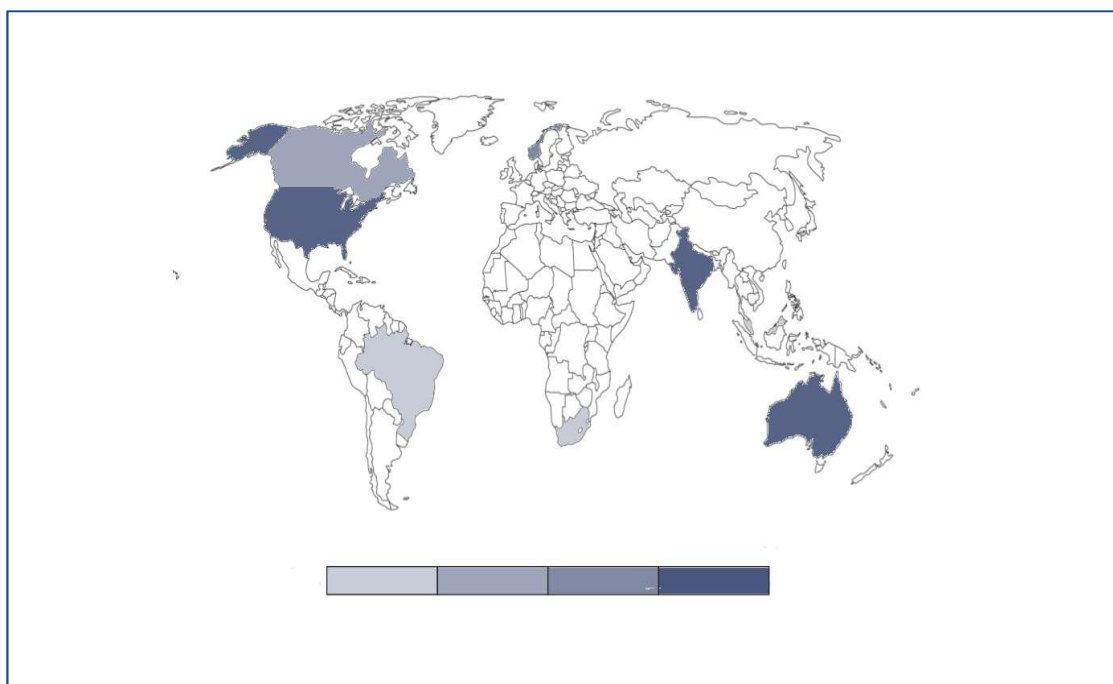


Рисунок 1 – Карта распределения тория в мире

Таблица 1 – Мировые запасы тория (доступные для добычи)

Страна	Запасы в тоннах
Австралия	300000
Индия	290000
Норвегия	170000
США	160000
Канада	100000
Южная Африка	35000
Бразилия	16000
Прочие страны	95000
Всего	1200000

Мировые запасы тория по данным МАГАТЭ (2007).

Запасы тория свыше 500000 тонн содержатся в россыпях, жилах, и карбонатитных отложениях. Щелочные вулканические породы содержат более двух миллионов тон тория. Большие ресурсы тория найдены в Австралии, Бразилии, Канаде, О. Гренландия (Дания), Индии, ЮАР и США. Торий извлекают в качестве побочного продукта при добыче титана, олова и циркония. Основным торий содержащим минералом является монацит (ThSiO_4). Достоверные запасы монацита расположены в Индии, Бразилии и

США, а вероятные — в Канаде, АРЕ, Австралии и США. Содержание тория в монацитовых песчаниках в Индии, Бразилии, Австралии и АРЕ составляет 4,6 - 1%.

Таблица 2 – Мировые запасы тория по данным МАГАТЭ (2007).

Страна	Запасы в тоннах	% от общего
Австралия	489000	19
США	400000	15
Турция	344000	13
Индия	319000	12
Венесуэла	300000	12
Бразилия	302000	12
Норвегия	132000	5
Египт	100000	4
Россия	75000	3
Гренландия	54000	2
Канада	44000	2
Южная Африка	18000	1
Другие страны	33000	1
Всего в мире	2610000	

2 Монацитовые пески как источник редкоземельных элементов, тория и урана.

К редкоземельным элементам (РЗЭ или REE) относят лантаноиды (TR – № 57 La – № 71 Lu), совместно с ними обычно рассматривается и иттрий (№ 39 Y). Минералами-концентраторами РЗЭ и Y являются бастнезит (Ce,La,Pr) $[\text{CO}_3] \text{F}$, паризит $\text{Ca} (\text{Ce},\text{La}_2)_3 [\text{CO}_3]_3\text{F}_2$, синхизит $\text{Ca} (\text{Ce},\text{La}) [\text{CO}_3]_2\text{F}$, монацит $\text{Ce}[\text{PO}_4]$, ксенотим $\text{Y}[\text{PO}_4]$, ортит (или алланит) $(\text{Ca},\text{Ce})_2 (\text{Al},\text{Fe})_3 [\text{Si}_3\text{O}_{12}] (\text{O},\text{OH})$, лопарит $\text{NaCeTi}_2\text{O}_6$, эвдиалит и некоторые TR-содержащие минералы (апатит, эпидот). Известны около 100 собственных минералов (до 250 с TR-содержащими). Они представляют изоморфные смеси соединений всех 15 лантаноидов или иттрия. Основными типами промышленных месторождений РЗЭ являются магматические (лопаритовые нефелиновые сиениты и апатит-нефелиновые руды); редкометальные щелочные граниты (альбитовые) и пегматиты; скарны, образующиеся на контакте карбонатных пород с щелочными гранитами и сиенитами, и карбонатитовые месторождения (например, месторождения Кольского полуострова, месторождение Бастнез в Швеции, Маунтин-Пасс в США, Баюнь-Обо в КНР); россыпные и осадочные. Максимально высокие концентрации РЗЭ имеют карбонатиты и скарны на контакте с сиенитами, среди них наиболее крупные объекты располагаются на докембрийских щитах. К ним относятся месторождения разной глубинности, такие как Маунтин-Пасс в США, Нам-Се во Вьетнаме, Баюнь-Обо в КНР, дающие основную продукцию РЗЭ в мире, Карасуг в России. Среди осадочных метаморфизованных месторождений на первое место выходят также докембрийские кварцевые конгломераты: они образуют пластовые объемные залежи и при не столь высоких концентрациях минералов (браннерит, монацит, давидит) Ce или Y подгруппы, составляющих десятые или сотые доли процента, представляют промышленный интерес и разрабатываются совместно с ураном (что составляет 1/5 часть от всех Y месторождений). Применение редкоземельных элементов возросло с конца XX века и сейчас

составляет около 130 тыс. т в год в пересчете на оксиды [5]. Их свойства, в частности высокая проводимость и слабая реакция на другие элементы, делают РЗЭ незаменимыми компонентами в высокоточных приборах и устройствах. Прогнозируемый спрос на такие металлы к 2015 году вырастет до 225 тыс. т. РЗЭ используются в металлургии в виде мишметалла – смеси, близкой к природному концентрату.

3 Краткий очерк геологического строения штата Керала

Пляжные отложения побережья штата Керала содержат богатые экономически важные месторождения тяжелых минералов. В большинстве предыдущих исследований источник тяжелых минералов прослеживается в докембрийских кристаллических образованиях во внутренних районах на основе сравнительных минеральных проявлений. Ни одно из предыдущих исследований не пыталось использовать петрологические и геохимические характеристики и минеральную химию исходных пород для эффективного сравнения и определения происхождения отложений. Четкое знание минерального состава из источника и поглотителя важно для точного распознавания источника породы. Настоящее исследование состоит из геологических, геоморфологических условий и минералогических характеристик внутренних горных пород, чтобы проследить их связь с россыпными месторождениями.

Тяжелые минералы встречаются в исходных породах либо в качестве первичных (например, пироксен), либо в качестве вспомогательных компонентов (например, циркон). Процесс выветривания, который действует на скалы-источники в течение длительного периода времени, удаляет тяжелые минералы и вывозит их через реки в конечном итоге в море. Удаленные минералы встречаются в качестве акцессорных минералов в большинстве отложений, но в россыпных месторождениях они (например, ильменит, рутил, циркон, монацит, гранат и магнетит) становятся ценными минералами и могут достигать экономических показателей. Знания об этих минералах и их характеристиках помогают нам распутать экстрабазинальные (например, выветривание области источника) и внутрибазинные (например, гидравлические) процессы, которые влияют на образование осадочных пород и тяжелых месторождений полезных ископаемых.

В штате Керала большинство исследований по россыпям тяжелых минеральных пляжей были направлены на то, чтобы ответить на

морфологию пляжа и гидродинамические механизмы сортировки волн, которые концентрируют тяжелые минеральные зерна на поверхности пляжа или на аспекты, касающихся ильменита. Исследования истории происхождения, которые восстанавливают историю отложений от начальной эрозии материнских пород до окончательного захоронения их детрита, охватывая все факторы, такие как геологический, физиографический и климатический контекст области источника, очень немногие. Цели ранних исследований происхождения были сосредоточены на определении материнских пород отдельных минералов или минеральных разновидностей на основе подробных инвентаризаций вспомогательных минеральных комплексов исходных пород. В нескольких исследованиях, в которых рассматривались происхождение этих месторождений, были высказаны различные мнения, смутно определяющие происхождение кристаллические породы Западных Гат. Это наблюдение было неоднозначным, поскольку внутренние районы состоят из горных пород с очень широким разбросом по составу и возрасту (от 600 до 3300 млн лет), и нет ясности относительно вклада тяжелых минералов хондалита и чарнокитов. В некоторых исследованиях высказано предположение, что определенные ассоциации тяжелых минералов не обязательно отражают минералогию области источника, поскольку транспорт, выветривание и пост-осадочное растворение могут изменить их.

Несмотря на долгую историю коммерческой разведки и добычи тяжелых минералов, имеющиеся в штате Керала данные о характеристиках и химическом составе тяжелых минералов недостаточны для анализа происхождения. Понимание происхождения, процессов и определения относительного вклада различных внутренних горных пород имеет жизненно важное значение для решения проблемы осаждения в осадочных бассейнах и для понимания истории эрозии / эксгумации различных блоков Западных Гат в геологическом прошлом.

3.1 Состояние исследований тяжелых минералов в Индии

В Индии разведка и эксплуатация минералов пляжного песка началась в начале 20-го века после случайного обнаружения монацита на песчаных пляжах тогдашнего штата Траванкор, ныне Керала. Тяжелые минералы включают ильменит, магнетит, монацит, силлиманит, циркон и гранат. В последнее время прибрежная полоса Индии стала одним из самых перспективных месторождений тяжелых минералов в мире. Несколько групп пытались изучить россыпные минералы с точки зрения их распространения, химического состава, структуры, происхождения и понимания тенденций переноса отложений. Гиллсон, который провел новаторское исследование этих месторождений, предположил, что основные породы являются вероятным источником месторождений. Соман предложил Хондалитский комплекс мигматитов южной Индии в качестве источника пород для россыпных месторождений. Исследования Маллика и соавторов предположили существование специфических петрографических провинций в прибрежных россыпях.

3.2 Геоморфологическая эволюция и формирование россыпей

Пространственное распределение россыпей и многие их минеральные характеристики продиктованы различными геоморфологическими процессами, действующими на поверхности земли. Различные геологические факторы, в дополнение к геоморфологическим процессам, играют жизненно важную роль в формировании ландшафта и развитии рельефа. Накопление тяжелых минералов и образование россыпных месторождений напрямую связаны с крупномасштабным выветриванием рельефа местности, связанной с различными континентальными и прибрежными условиями осадконакопления. Отложения, откладываемые на континентальных окраинах, связаны с горно-уклонными процессами. Понимание геоморфологической эволюции внутренних районов имеет важное значение для решения таких задач, как скорость эрозии и дебуширование наносов в

речной системе. В большинстве публикаций по россыпям на юге Индии рассматриваются окончательные хранилища тяжелых минералов в озерах или вдоль побережья, а данные об условиях выветривания и денудации, которые помогают определить происхождение, ограничены.

3.3 Региональная геология и источник тяжелых минералов

Западные Гаты - горная цепь на западе Индостана. простираются от гор Сатпура на севере, проходят на юг через Гоа, Карнатаку, в Кералу и Тамилнад. Они являются возможными истоками рельефа, образуют почти непрерывную цепь (за исключением высотных минимумов в Палгхате) высоких гор, состоящих из различных литов, представленных высокометаморфизованными гнейсами, чарнокитами и гранитоидами (рис.2). Они расчленены зонами сдвига в масштабе земной коры, такими как зона сдвига Пальгхат-Кавери (PCSZ) и зона сдвига Ачанковиль (AKSZ), и нескольких линейaments. Геологически Керала образует юго-западную окраину полуострова Южного Индийского щита и состоит из двух основных ландшафтов, кратонической части, лежащей к северу от PCSZ, и подвижного пояса Пандьяна, образованного гнейсами, чарнокитами и хондалитами. Считается, что чарнокиты и хондалиты, составляющие горные хребты Западных Гат, являются основным поставщиком тяжелых минералов, которые в настоящее время считаются пляжными россыпями вдоль побережья Кералы. Что касается россыпей пляжа Керала, то Маллик признал пять провинций с тяжелыми минералами с определенными минеральными комплексами. Пространственное распределение минеральных ассоциаций, очерченных как петрографические провинции на побережье, отражает состав материнских пород. Таким образом, каждой провинции соответствует петрографическая единица исходных комплексов и их петрогенетические характеристики.

Большая часть южной Кералы и южных частей Тамилнада занята группой метаосадочных отложений, называемых в ранней литературе группой хондалитов. В

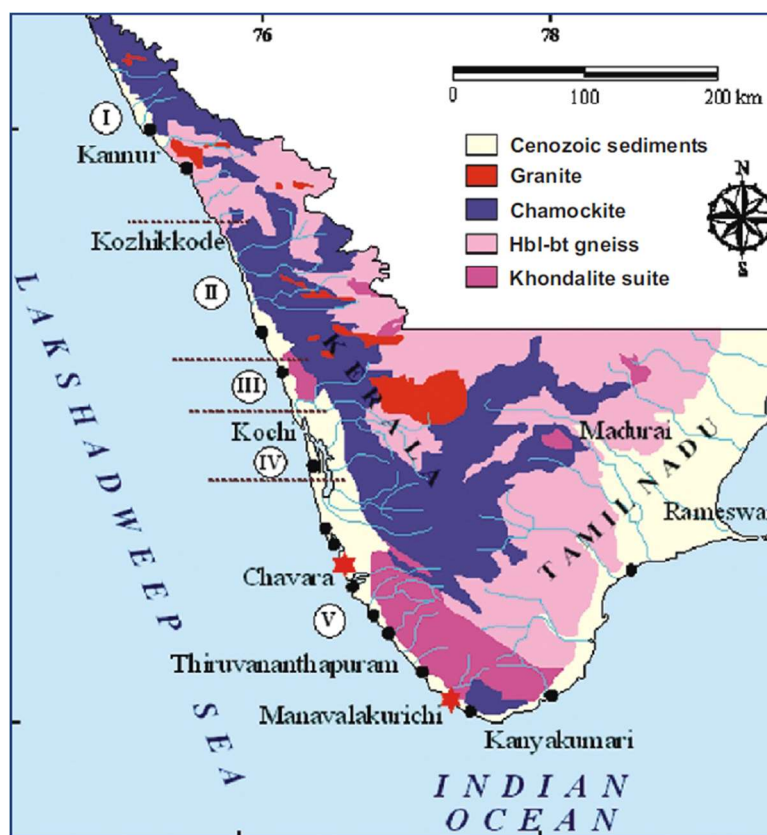


Рисунок 2 - Обобщенная карта с геологическими и дренажными бассейнами
Керала и Тамил Наду

последние годы они упоминаются как Хондалитовый пояс Керала (ККВ), так как они хорошо развиты в регионе Керала. В вероятном порядке численности группа хондалитов состоит из гранат-биотит-графитовых гнейсов и тесно связанных с ними гранатовых чарнокит-хондалит с.с. (графит - силлиманит - гранат - биотит - кордиерит), кордиеритовые гнейсы (гранат - биотит - кордиерит - ортопироксен) и менее распространенные кальцисиликаты, основные гранулиты и кварциты. Недавние петрологические исследования (неопубликованные данные авторов) на этих исходных породах показывают замечательные изменения состава в породообразующих и акцессорных минералах в разных литиевых частях. Представленные тектонотермические также различны для разных литосферных блоков в южной Индии. Это петрогенетическое разнообразие предоставляет широкие возможности для

пересмотра соотношения источника между тяжелыми минералами в россыпях и происхождением.

3.4 Гнейсовые породы

Граниты и гнейсы представляют собой наиболее распространенные типы пород в районах к югу от Ачанковильской зоны сдвига (AKSZ). Порода состоит из неправильных зерен кварца и полевого шпата с переменным количеством биотита. Гранат является общим для всех скал к югу от AKSZ. Циркон, апатит и ильменит встречаются в качестве дополнительных минералов. Чако и Браун, основанные на петрографии и химии, классифицировали гранат-биотитовые гнейсы на две разновидности: содовую и калиевую. В районах к северу от AKSZ, называемых чарнокитным массивом холма Кардамон, роговообманцево-биотитовые гнейсы и кварто-полевые шпатные гнейсы из биотита являются относительно незначительными составляющими, в основном встречающимися вблизи интрузивных тел, таких как гранит/пегматит. Роговообманцево-биотитовые и биотитовые гнейсы рассматриваются как ретрогрессированные эквиваленты гранулитов чарнокит-эндербитовых массивов. Ретрогрессированные чарнокиты образуют серые гнейсы, которые встречаются в виде слоистых пород с мелкозернистыми, богатыми биотитом удлиненными агрегатами. В дополнение к этим серым гнейсам различные граниты также отмечены как розовые и серые типы гранитов, которые упоминаются в литературе как гранит Chenganoor, гранит Munnar. Циркон, магнетит и ильменит - вспомогательные минералы, составляющие максимум 2-5 % объема породы.

3.5 Хондалиты

Хондалиты являются наиболее часто встречающимися типами горных пород в южной части Кералы. Из-за их доминирования в регионах к югу от Ачанковильской зоны сдвига (AKSZ), весь регион описывается как Хондалитовый пояс Керала. Хондалит состоит из минералогии кварц +

биотит + силлиманит + К-полево́й шпат (или 80-90) + плагиокла́з (An 22-37) + графит ± кордиерит ± шпинель + рутил + графит. В сильно мигрированных зонах они образуют остальные участки. Приблизительное модальное содержание минералов в хондалите - гранат (10-25%), биотит (20-40%), силлиманит (5-25%), полево́й шпат (10-35%) и графит (0,2-1%). Кордиерит может присутствовать с различной пропорцией от 2 до 15%. Хондалиты по-разному описываются как метаморфизованная кора выветривания или кислотные вулканические вещества и туфы, но Чакко рассматривает их как метаседименты (сланцы и песчаные сланцы).

3.6 Чарнокиты

Чарнокиты встречаются в виде окаймляющих масс к северу и югу от хондалитской группы пород. Незначительные тела массивных чарнокитов также встречаются в пределах пояса хондалитов, но сходны ли они по возрасту, протолитическому составу и метаморфизму с массивными чарнокитами, встречающимися вне супракрустального пояса, или нет, пока неясно. Слоение в массиве чарнокита не заметно, но выветренная часть выявляет гнейсовую полосу. Гранат и графит обычно отсутствуют. Доминирующей минералогией является ортопироксен (5-10%), амфибол (2-15%), клинопироксен (2-8%), плагиокла́з (10-40%) и кварц в незначительном количестве. Биотит дефицитный и обычно вторичного происхождения. Магнетит, а не ильменит, является общей непрозрачной фазой в чарнокитах ККБ. У ильменитов, прилегающих к мафическим минералам, есть пятна и разорванные прерывистые гематита. В некоторых случаях непрозрачными, примыкающими к пироксену, являются железный ильменит с более чем 60% богатой гематитом порцией, богатые ильменитом порции имеют полосы и разложенные полосы гематита в них. У ильменита в фельсиках нет разделения зерен, они показывают простые контакты с зонами, богатыми ильменитом, и бедными ильменитом.

4 Особенности монацитов пляжных песков республики Индия

Месторождения монацитов в Индии, имеющие промышленное значение представляют собой природные концентрации монацита с ильменитом, рутилом, цирконом, силлиманитом и гранатом в пляжных россыпях. В благоприятных местах приливные течения и волны избирательно удаляют минералы с низким удельным весом и оставляют минералы с высоким удельным весом. Концентрации, в которых монацит составляет до 46 % песчаного пляжа, наблюдались на побережье Траванкора, но обычно монацит составляет менее 10 % песчаного пляжа, возможно, около 2-3 процентов сырого песка. Тем не менее, необработанный черный песок содержит 50-90 % ильменита, что превышает количество других обнаруженных. Концентраты, обработанные из черного песка, содержат 3-30 % монацита. Песчаные дюны у побережья Траванкора содержат монацит добываются в комплексе с минералами россыпей. Местами дюны цементируются карбонатом кальция в компактные массы. Другие монацитсодержащие цементированные осадочные породы, обнаженные вдоль частей побережья Траванкора, представляют собой ожелезненный галечник серии Warkilli.

Штат Керала

Монацит был обнаружен в районе Траванкора-Кочина в Керале и Мадрасе в 1909 году К. В. Шомбергом. В течение многих лет монацит добывался на пляже Манавалакуричи между старым портом Колахель и маяком на Муттаме. В 1933 году добыча переместилась на месторождения к северу от Нендакара (Ниндакара) в 6 милях к северу от Килона. Имеющие промышленное значение полезные ископаемые, которые были использованы, включают монацит с 1911 года, ильменит и циркон с 1922 года, гранат и силлиманит с 1936 года и рутил с 1939 года. Бадделеит был обнаружен в 1936 году в песках МанаВалакуричи, но коммерчески выполнимое разделение было невозможно с 1962 года. В порядке уменьшения

численности тяжелыми минералами в песчаном пляже являются ильменит (80 %), циркон, силлиманит, рутил, монацит и гранат.

Тяжелые минералы восстанавливаются под воздействием волн, течений и ветра в барьерных полосах, на пляжах и в дюнах из отложений, переносимых на побережье реками, которые истощают серию осадочных пород Warkilli. Самый большой из этих потоков, река Каллада, впадает в озеро Аштамуди, которое отделено от Аравийского моря баром Нидакара.

Породы серии Warkilli являются промежуточными вмещающими породами для монацита между исходными породами и пляжными россыпями в районе Квилона, но на мысе Коморин говорят, что монацит произошел от прямого распада гнейсов. В литературных анализах обычно перечисляют количество оксида тория в монаците с побережья Кералы, но мало анализов дают обилие редких земель. Количество оксида тория в мелкозернистом монаците было зарегистрировано на 15 пляжных россыпях, и оно было определено в монацитовых субаэральных детритных отложениях из Кералы. Результаты этих анализов вместе с обилием монацита в концентратах с пляжей приведены в таблице 3.

Частичный анализ монацита с пляжей, проведенный В. А. К. Кристи, показал 1,55 процента SiO_2 и 6,0 процента ThO_2 в отобранном материале и 8,5 и 10,08 процента ThO_2 в магнитно разделенных образцах монацита.

Таблица 3 - Частичный анализ монацита с пляжей

	Монацит	ThO ₂
Пляж возле квилона	н.д	8,5
Пляж, в 7 милях по дороге из Киллона в Чавару	6,4	8,3
Ниндейкара, север	33,7	8,46
Ниндейкара, юг	12,9	7,44
Тирувеллаурам	5	6,57
Варккалли	6	7,96
Курумбантура	3,3	8,54
Кодимуна	16	8,09
Пудур	3,1	8,01
Манавалакуруичи, устье реки Валлиар	3,3	8,6
Муттом	7,3	8,18

Каньякумари	6,3	9,23
Липурам (Мутгамтура)	19,9	9,24
Липурам (возле маяка)	4,6	8,68
Субаэральный детритовый монацит, Траванкор	н.д	4,9

Частичный анализ, показавший 0,35 процента U_3O_8 и 9,78% ThO_2 в монаците из песчаных пляжей в Керале, был проведен Лабораторией химических исследований в Теддингтоне, Англия

Частичный анализ детрита монацита с побережья Кералы, выполненный Kartha, показал следующую композицию.

Таблица 4 – Частичный анализ детрита монацита

	Процент
RE ₂ O ₃	61.73
ThO ₂	8.73
P ₂ O ₃	27.00
Нерастворимые вещества	1.40

Анализы, показывающие редкоземельные элементы и оксид тория в двух образцах Керальского россыпного монацита, были предоставлены Johnstone

Таблица 5 - Редкоземельные элементы и оксид тория

	Percent	
Ce ₂ O ₃	31.90	} 61.11
La ₂ O ₃ (group).....	28.00	
Y ₂ O ₃46	.62
ThO ₂	10.22	8.65
U ₃ O ₈37	-----
P ₂ O ₅	26.82	26.50
SiO ₂90	1.00
Al ₂ O ₃17	.12
Fe ₂ O ₃	1.50	1.09
CaO.....	.20	.13
Loss on ignition.....	.46	.45
Total.....	101.00	99.67

Согласно Kremers, средний коммерческий монацит из Кералы содержит 59,5% RE₂O₃ и 8,5% ThO₂.

Мурата, Роуз и Каррон опубликовали полный анализ осадка редкоземельного элемента и оксида тория из россыпного монацита из Кералы. Их опубликованный анализ показал, что сумма редкоземельных элементов плюс оксид тория была равна 100,6% осадка. Осадок равнялся 67,82 % монацита. Если осадок пересчитывается до равного 67,82 %, состав выглядит следующим образом:

	Процент
La ₂ O ₃	12,94
CeO ₂	28,31
Pr ₆ O ₁₁	3,44
Nd ₂ O ₃	12,07
Sm ₂ O ₃	1,89
Gd ₂ O ₃	0,54
Y ₂ O ₂	0,27
ThO ₂	8,36
Total	67,82

Среднее значение оксида тория в 26 перечисленных анализах монацита с побережья Махтбар в Керале и Мадрасе составляет 8,1 процента. Если три самых низких значения (анализы субаэрического детритового монацита) опущены, среднее содержание ThO₂ в этом монаците составляет 8,5 %, что является ценным значением, данным Kremers для коммерческого монацита из Кералы. Это среднее значение более реалистично, чем среднее значение 7 % ThO₂, предложенное Крушем, или среднее значение 9-10 % ThO₂, указанное Нагом, Дасом и Дасгуптой, или 10 %, упомянутое Петаром. Немногие из этих анализов показывают изобилие урана в монаците из Индии, но даже этих немногих достаточно, чтобы показать, что детритовый монацит на пляжах не необычно богат ураном. Опубликованные анализы показывают, что монацит содержит 0,2-0,46 % U₃₀₈. В 1911 году семь месторождений монацита между мысом Коморин и Куилоном, по оценкам, содержали не менее 18 000 тонн монацита. К 1960 году было добыто почти 100 000 тонн монацита, и оценки вероятных запасов монацита в Траванкоре достигли 1,2 млн. тонн. Запасы тория в монацитовых россыпях вдоль

западного побережья Индии и в аллювиальных отложениях оценивались в 500 000 тонн.

Штат Гуджарат

Недавние открытия показывают, что монацит в прибрежных отложениях простирается на северо-запад до устья реки Нарбада на индийском побережье Гуджарата. По-видимому, источником монацита в большинстве северо-западных месторождений являются плутонические породы вверх по течению в Нарбаде к северо-востоку от ловушки Декана и поясов Дели и Аравалли к северу от Камбейского залива.

Оригинальные анализы монацита с побережья Гуджарата отсутствуют, но сообщалось, что в монаците содержится от 5 до 11 процентов ThO_2 .

Штат Мадрас Андхра-Прадеш

Монацитские россыпи, возможно, более богатые, чем у Кералы, образовались вдоль побережья Мадраса к северо-востоку от мыса Коморин до границы с Ориссой. Основными местами в Мадрасе и Андхра-Прадеше являются побережье Маннарского залива, Негапаттинам, устья реки Годавари, а также район Висакхапатнам и к северу от Висакхапатнама (Визагапатам). Месторождения в Висакхапатнаме изучены больше, чем другие.

В Висакхапатнаме коренная порода на холмах, прилегающих к побережью, состоит из гранитоносных силлиманитовых гнейсов и кварцитов хондалитов, чарнокитов, лептинитов, а также пегматита. Над этими скалами лежит красный суглинок. Короткие ручьи, богатые черным песком, ведут с холмов к побережью. Монацит на пляжах неизменно связан с ильменитом и магнетитом и, согласно новаторским исследованиям Махадевана и Сатхапати, происходит главным образом от пегматитов в силлиманитовых гнейсах. Анджанеюлу отметил, что эти гнейсы являются важным источником монацита, и показал, что доля монацита в песчаном пляже увеличивается с увеличением содержания магнетита, ильменита и циркона (табл.6).

К югу от Вишакхапатнама пляжи были изучены в окрестностях Пудимадаки. Они имеют ширину от 50 до 250 футов, локально крутые и прерываются скалистыми мысами, которые достигают моря.

Таблица 6 - Минералогический состав, в процентах, черных песков из ручьев, дюн и пляжей между Эррада и Пудимадака

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Heavy minerals.....percent.....	73.88	63.57	27.79	50.83	67.68	70.07	72.38	68.04	38.15	21.28
Magnetite.....	51.62	42.26	17.17	31.86	20.32	50.67	50.02	49.23	20.52	7.56
Ilmenite.....	7.03	8.16	4.33	6.49	7.12	7.48	4.27	8.65	7.77	3.85
Garnet.....	8.40	4.79	2.72	8.62	35.40	5.00	1.83	4.17	3.02	7.37
Monazite.....	2.03	1.40	.36	.67	.27	1.12	.09	.33	.57	.09
Zircon.....	2.16	2.60	.55	.84	.42	1.79	.79	1.48	1.17	.13
Rutile.....	.69	.96	.13	.48	.37	.91	.67	.21	.65	.07
Sillimanite.....	.47	2.28	.93	.75	.11	1.35	8.74	.24	.92	.23
Hypersthene.....	.19	.15	.47	.17	.85	.15	5.62	2.90	1.91	.16
Hornblende.....	.28	.55	.56	.23	.30	.47	.08	.16	1.16	.13
Kyanite.....	.10	.33	.02	.04	.27	.28	.06	.07	.03	.01
Tourmaline.....	.12	.04	.04	.13	.33	.16	-----	.03	.03	.03

1. Stream near Errada.
2. Beach near Gangavaram at Valametta.
3. Beach near Kutukonda.
4. Beach near Uppetaru.
5. Beach 1 mile southwest of Vadamutpalem.

6. Beach 0.5 mile northeast of Pudimadaka.
7. Stream near Kothuru.
8. Stream near Lemarti Agraharam.
9. Sand dune near Turkhodapalem.
10. Stream near Konavanipalem.

Болота и солончаки присутствуют вдоль пляжей Гангаварам и Валаметта. Образование черных и песчаных полос вдоль пляжей зависит от нескольких факторов, включая близость ручьев, уклон пляжа, волнение и течения. Большая часть черного песка откладывается там, где наибольшее количество небольших ручьев вытекает из холмов, а пляжи самые плоские и широкие. В области к югу от Висакхапатнама монацит составляет всего около 1 или 2% черного песка, что составляет лишь около четверти от к северу от Висакхапатнама. Тоннаж монацита и других полезных ископаемых в черном песке в Гангавараме и Пудимадаке был оценен Анджанеюлу следующим образом:

Минерал	Тонны
Монацит	1,200
Циркон	1,250
Ильменит	4,200
Гранат	5,300
Магнетит	27000

Пляжи к северу от Висакхапатнама имеют более обширные месторождения черного песка, чем к югу от города. Отдельные слои черного песка достигают максимальной площади 500 на 100 футов и максимальной толщины 8 дюймов. Из-за изменений в конфигурации пляжей происходит постоянное перераспределение концентратов. По оценкам, россыпи вдоль пляжа между Кайласа и Бхимилапатам содержат следующий тоннаж полезных ископаемых на глубине 5 футов ниже поверхности.

Минерал	Тонны
Монацит	3,100
Циркон	550
Ильменит	5,700
Гранат	12,500
Магнетит	37,500

Ежегодно, в течение муссонных месяцев, значительное количество черного песка сортируется, и откладывается на пляжах. Считается, что черные пески простираются на гораздо большие глубины, чем 5-футовая глубина, используемая для оценки запасов, но максимальные глубины не сообщались.

Сообщалось, что количество оксида тория в монаците из Мадраса и Андхра-Прадеша составляет от 5 до 11 процентов.

Штат Орисса

Монацит был, по-видимому, впервые обнаружен на побережье Бенгальского залива в Ориссе в Сатбхайе (Сатвая) в районе Каттак. В 1924 году месторождения были исследованы и выяснилось, что они простираются на 23 мили вдоль побережья. Отложения имеют среднюю ширину 70 футов и среднюю толщину 10 дюймов. Черный песок из россыпей состоит из 75 % ильменита и небольшого количества граната; остальное - монацит и другие полезные ископаемые. Самые богатые концентраты содержат 11 % монацита; большинство концентратов содержат 2-3 % монацита. Отдельный монацит

содержал 7,9 % ThO_2 и 61 процент RE_2O_3 . Химический анализ от почти бесцветного до медового цвета монацита с пляжа в 1,5 милях к востоку-северо-востоку от Сатбхайи был выполнен Лабораторией химических исследований в Теддингтоне. Результаты показали, что монацит содержит 9,43 % ThO_2 и 0,239 % U_3O_8 .

5 Особенности вещественного состава

Исходным материалом послужили образцы, отобранные с пляжа штата Керала (Индия)(Рис.№3). Всего было отобрано 7 проб монацитового песка.

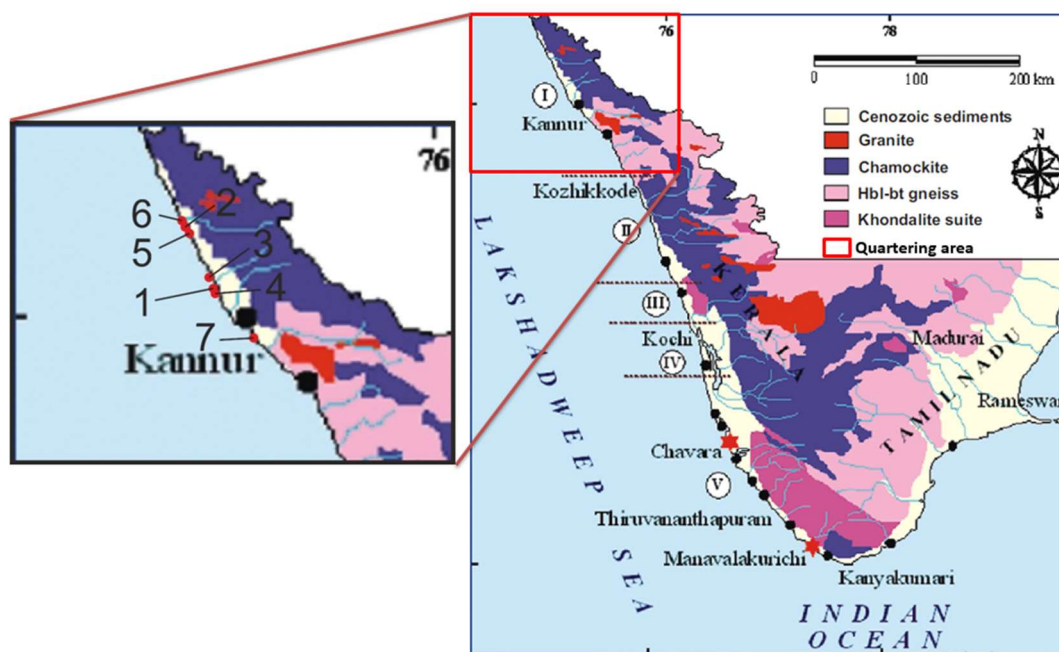


Рисунок 3 – Карта отбора проб

Для определения процентного содержания отдельных фракций был применен ситовый анализ. Результаты представлены в табл. 7.

Таблица 7 – Гранулометрический состав

№ пробы	Размер фракции			
	>0,5	0,5	0,25	0,1
1	2	15	72	11
2	8	28	60	4
3	4	50	45	1
4	4	50	45	1
5	1	49	49	1
6	9	50	40	1
7	20	50	24	1

В результате ситового анализа видно, что размеры основных фракций составляют 0,5 и 0,25.

5.1 Результаты рентгенофазового анализа

Для определения минерального состава проб был использован рентгенофазовый анализ. В процессе подготовки проб к анализам были взяты

валовые пробы. С помощью программы EVA были получены дифрактограммы 7 проб.

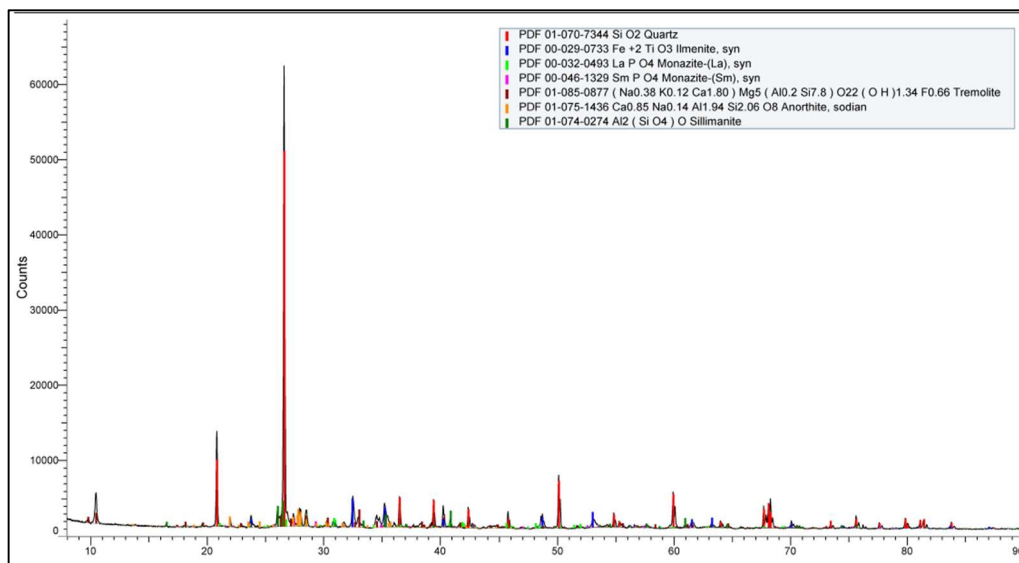


Рисунок 4 – Дифрактограмма исследуемого состава пробы №1

При анализе пиков дифрактограммы пробы №1 было определено процентное содержание минералов.

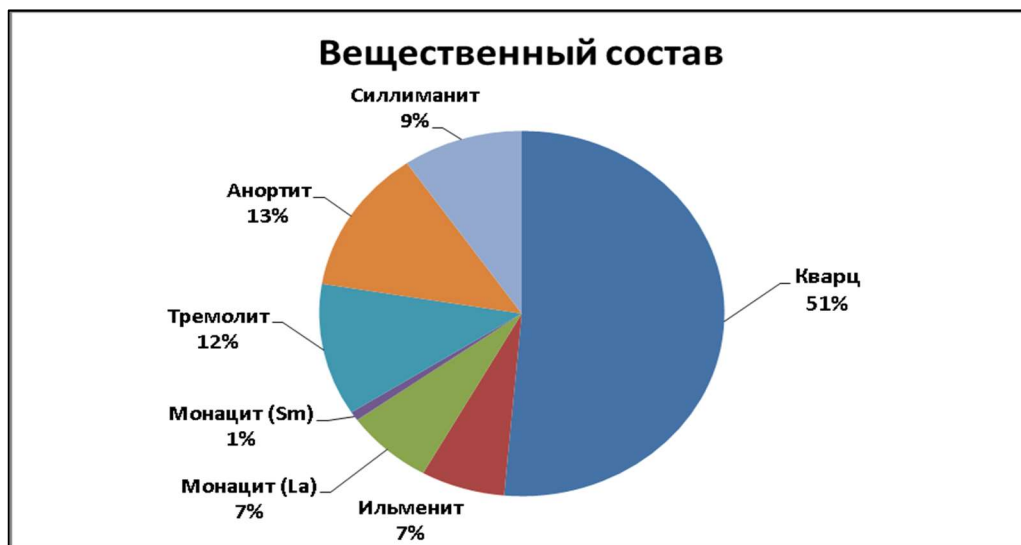


Рисунок 5 – Процентное содержание минералов пробы №1

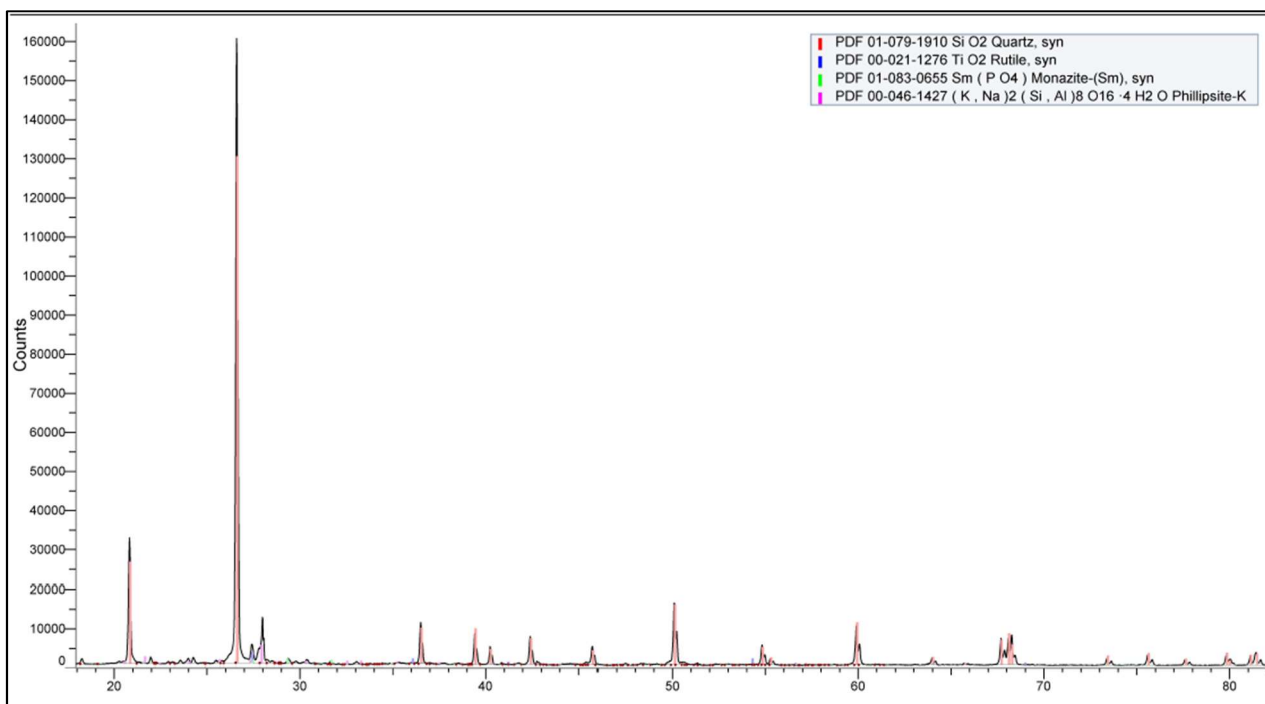


Рисунок 6 – Дифрактограмма исследуемого состава пробы №2

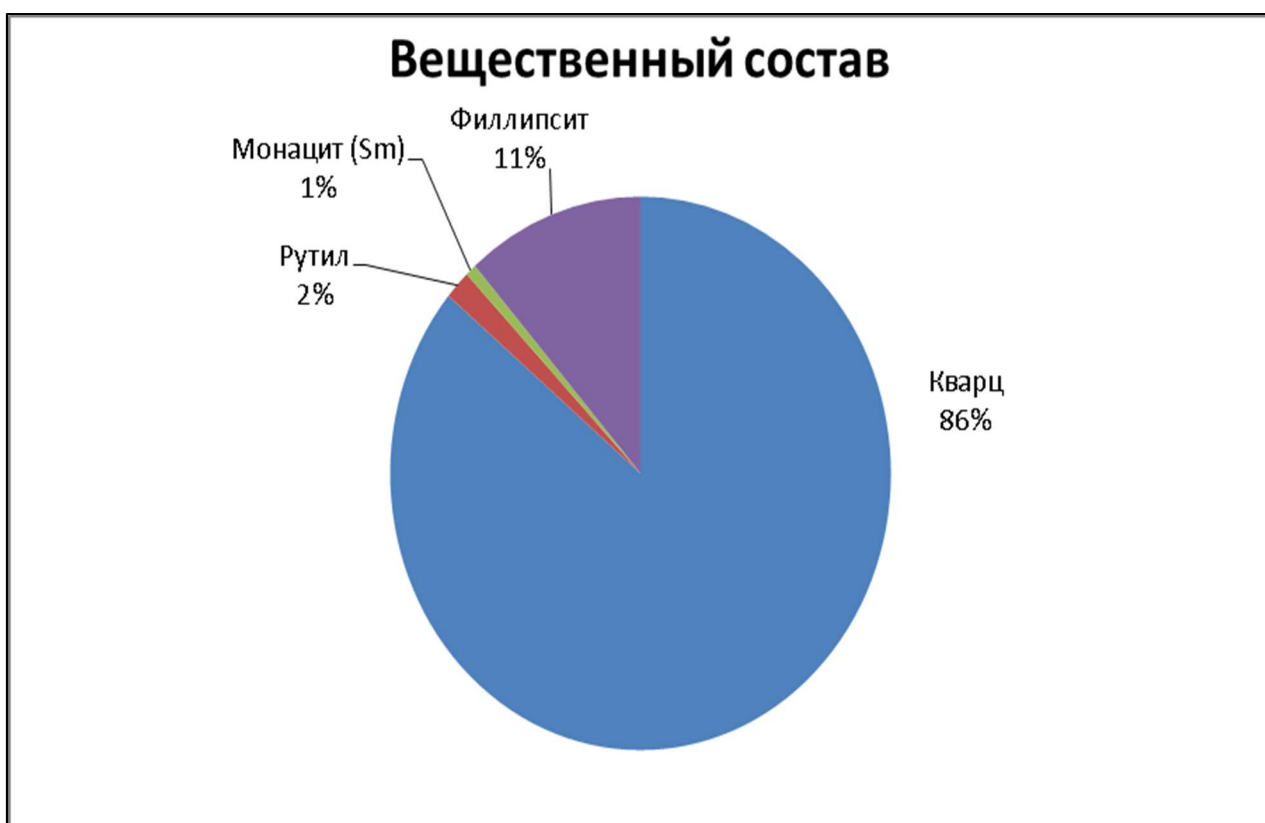


Рисунок 7 – Процентное содержание минералов пробы №2

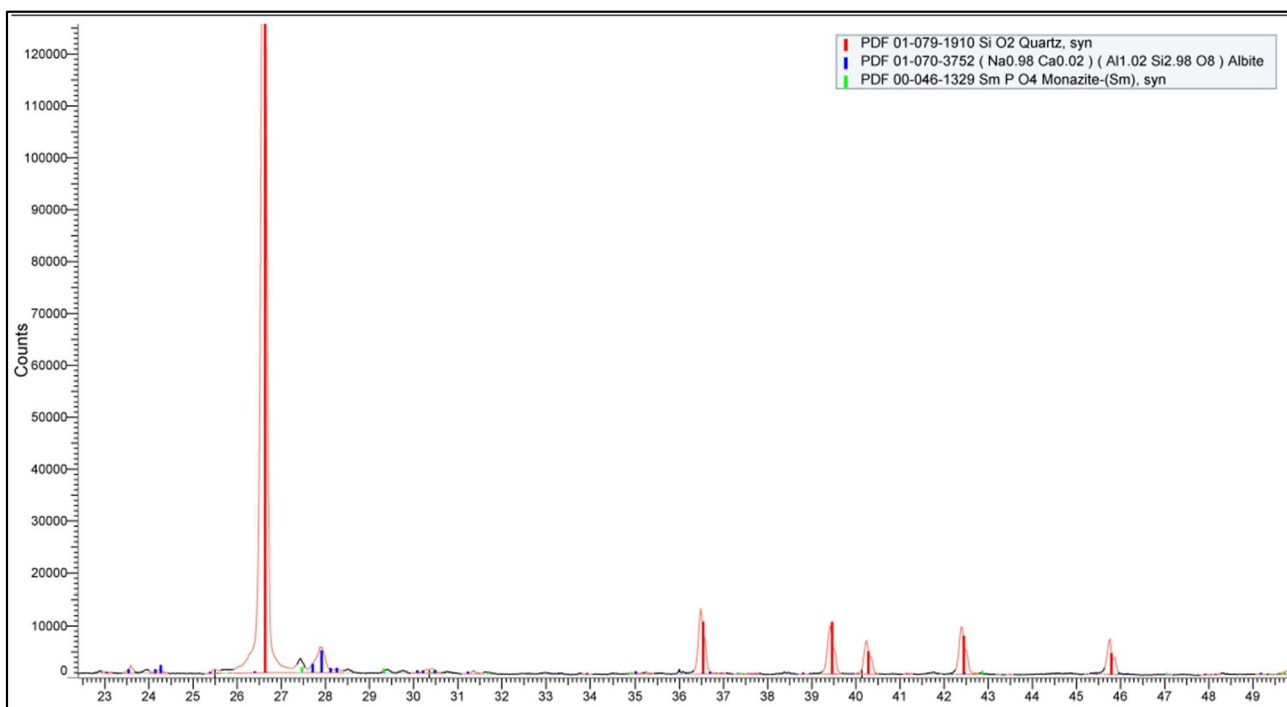


Рисунок 8 – Дифрактограмма исследуемого состава пробы №3

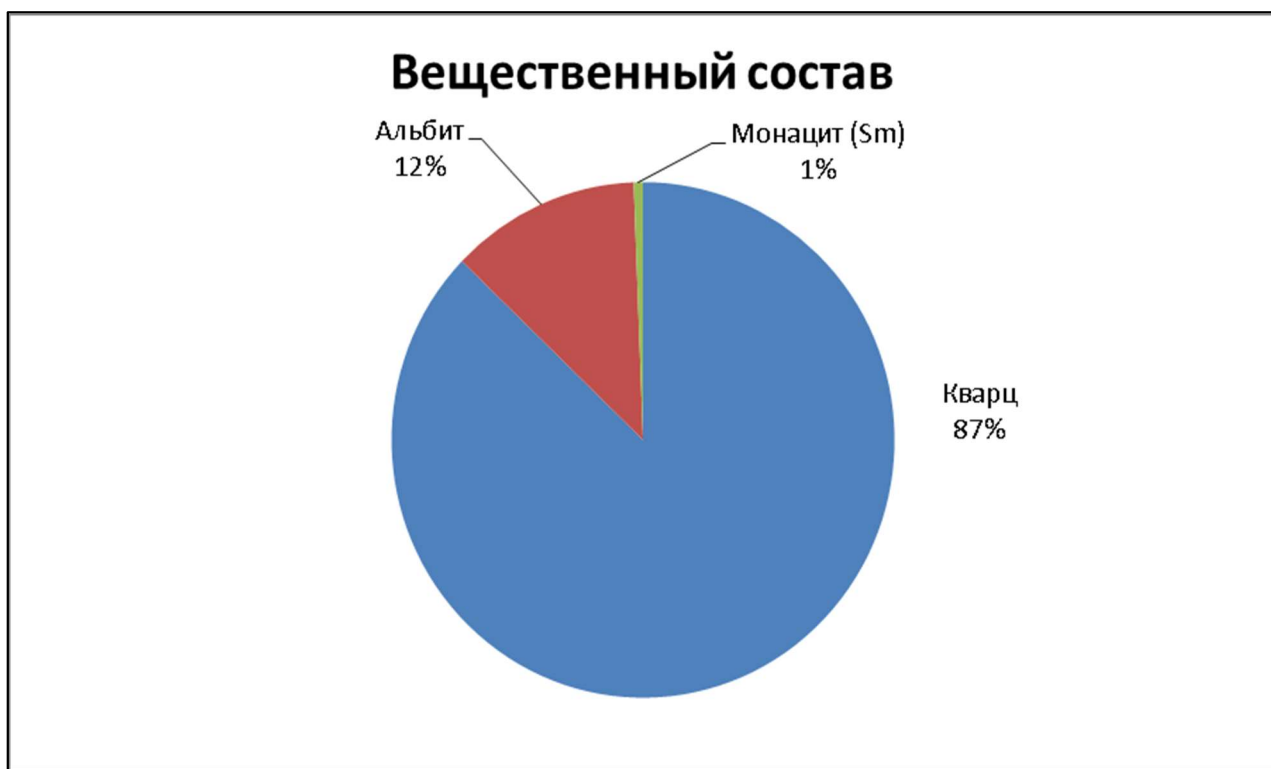


Рисунок 9 – Процентное содержание минералов пробы №3

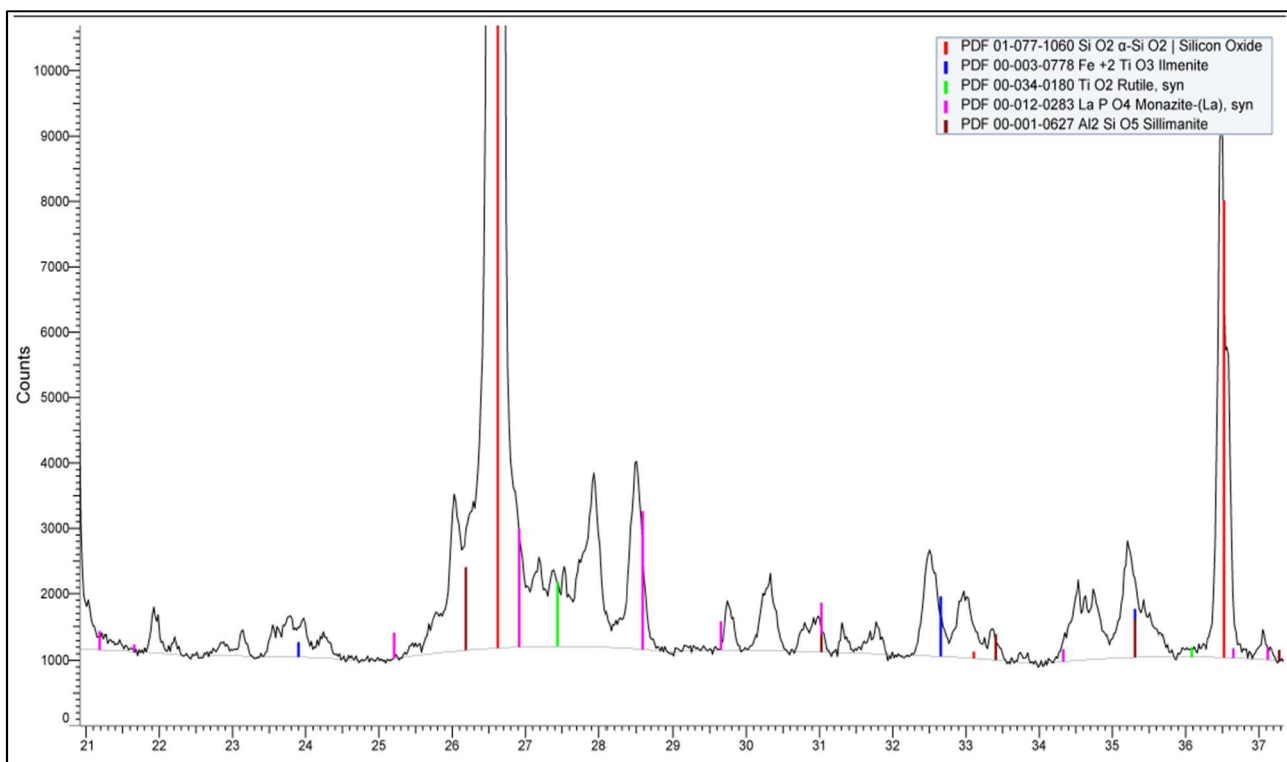


Рисунок 10 – Дифрактограмма исследуемого состава пробы №4

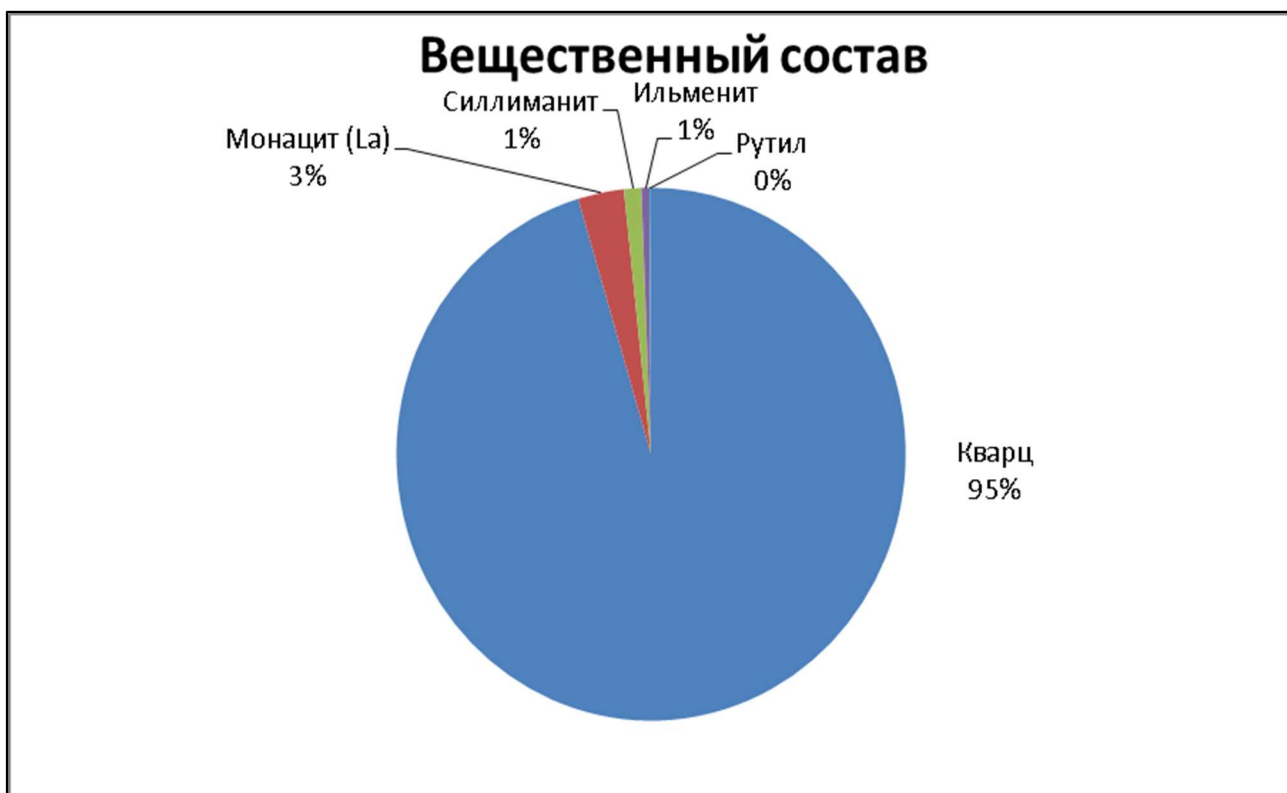


Рисунок 11 – Процентное содержание минералов пробы №4

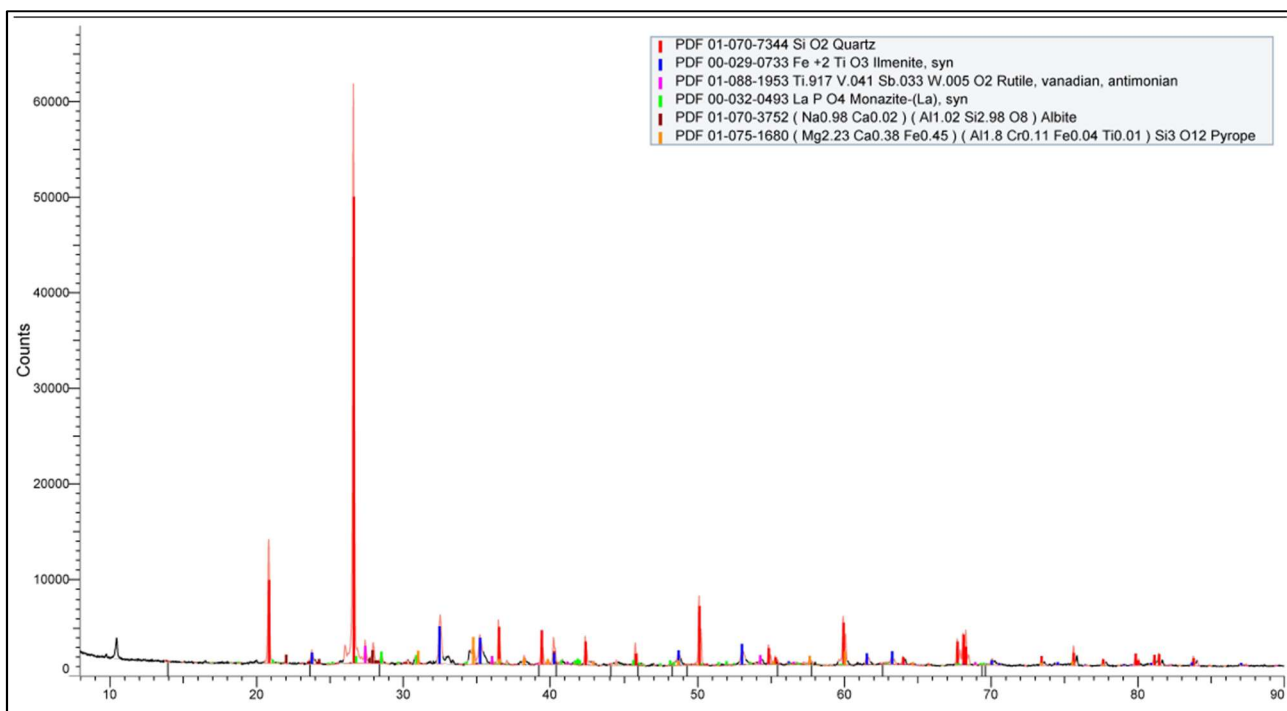


Рисунок 12 - Дифрактограмма исследуемого состава пробы №5

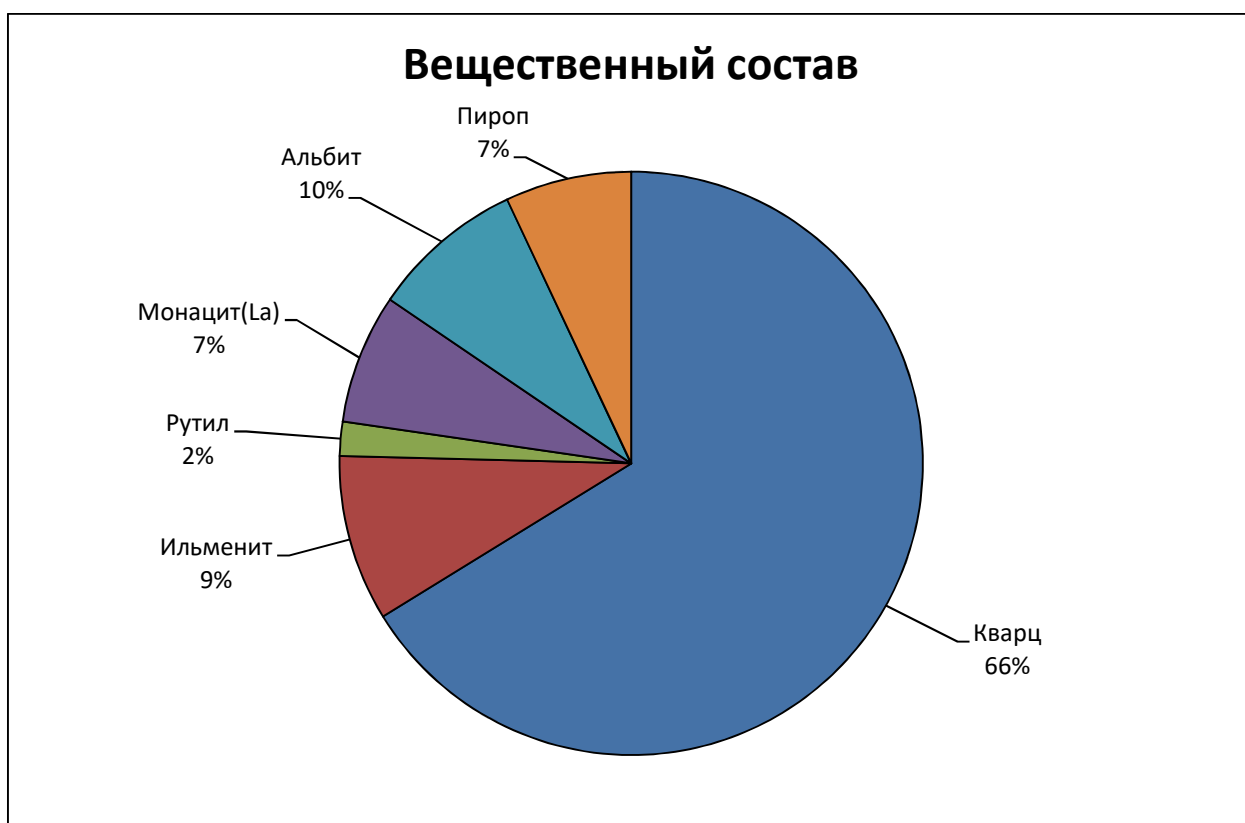


Рисунок 13 – Процентное содержание минералов пробы №5

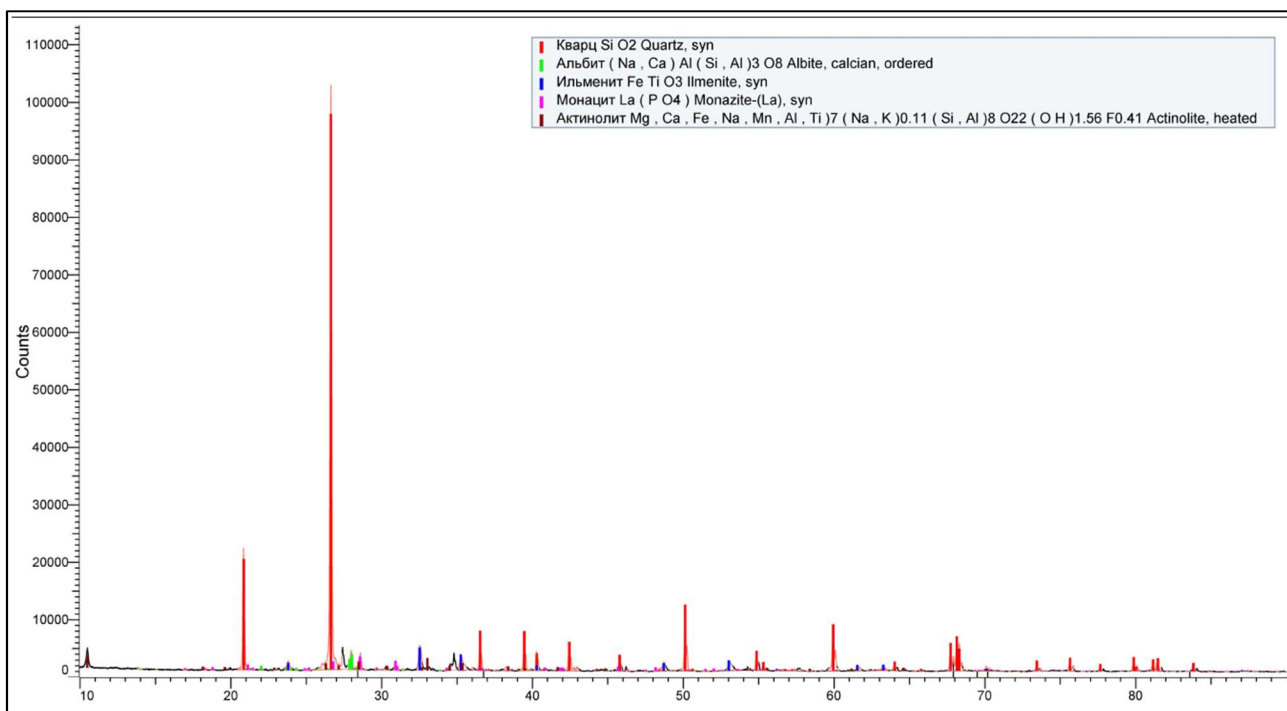


Рисунок 14 - Дифрактограмма исследуемого состава пробы №6

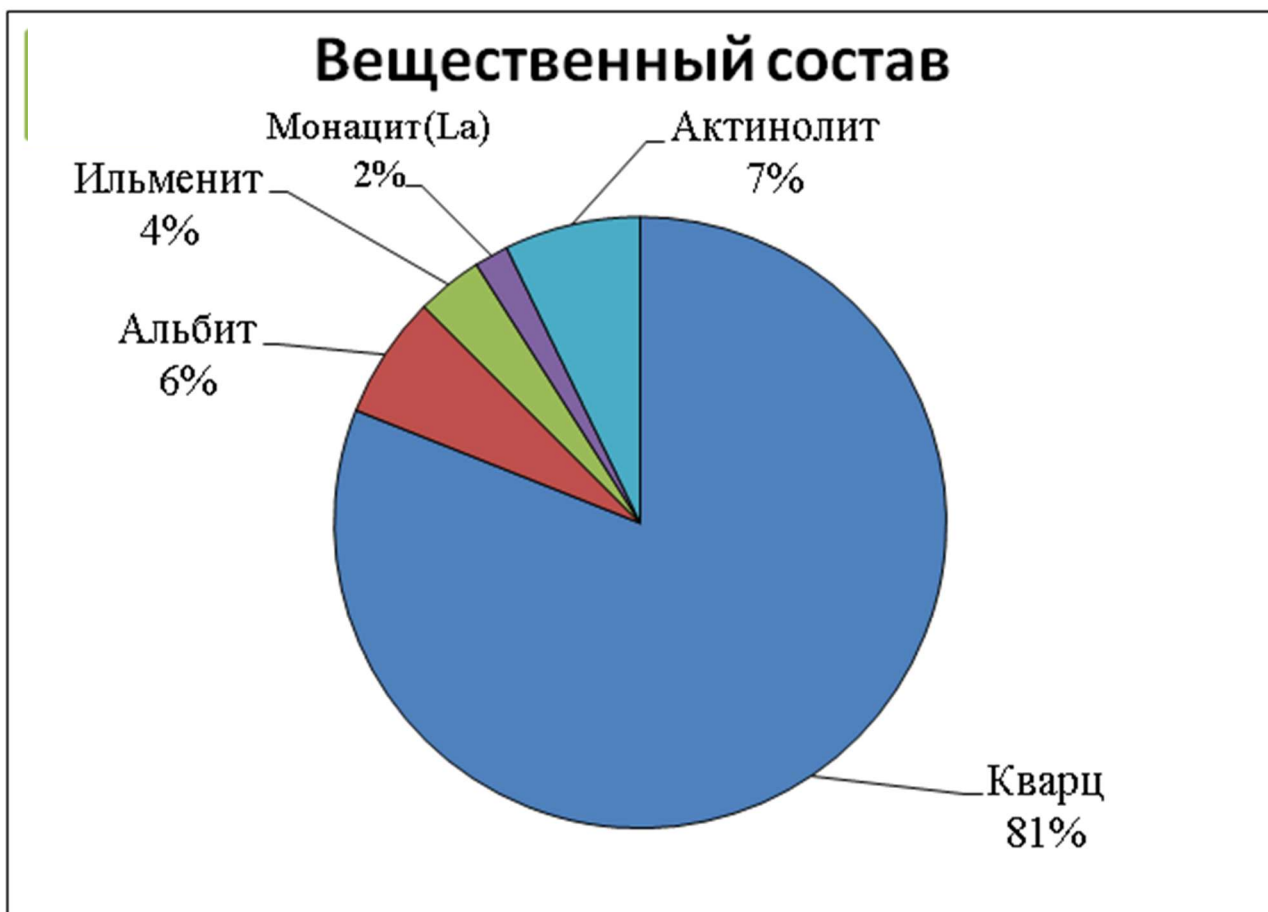


Рисунок 15 – Процентное содержание минералов пробы №6

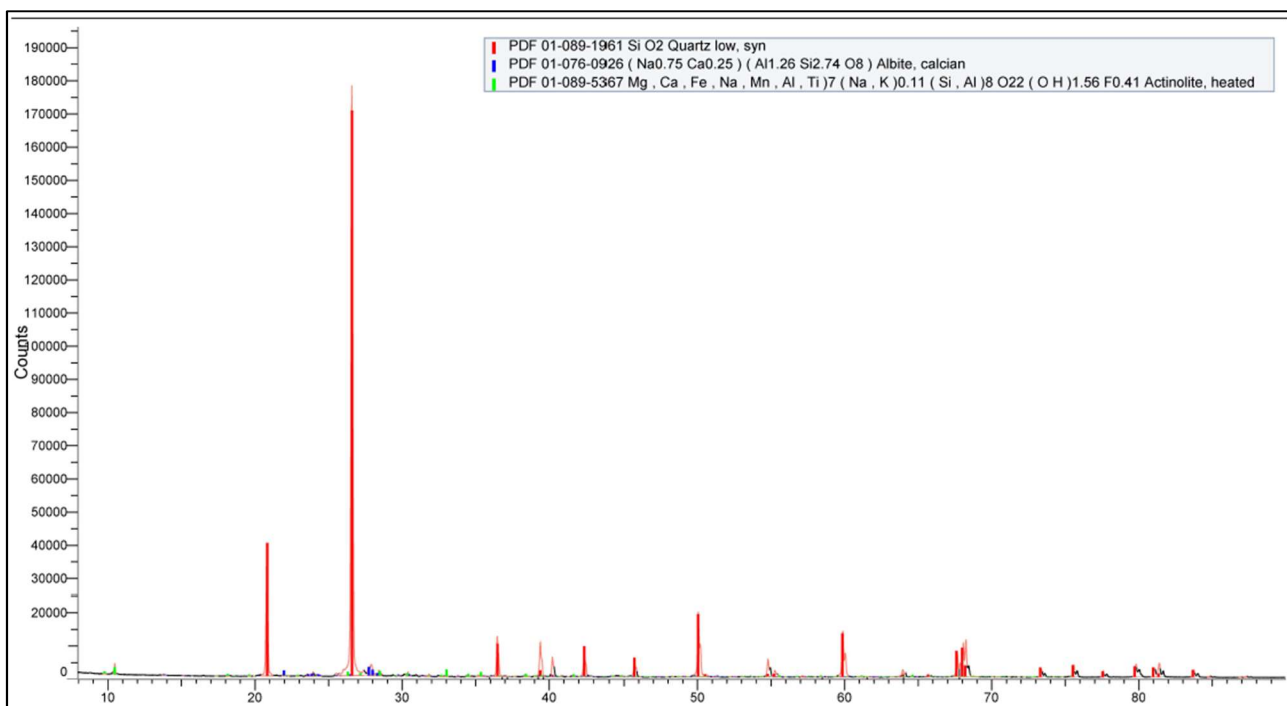


Рисунок 16 - Дифрактограмма исследуемого состава пробы №7



Рисунок 17 – Процентное содержание минералов пробы №7

5.2 Результаты ИНАА

Для определения элементного состава образцов был применен инструментальный нейтронно-активационный анализ. Результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты инструментального нейтронно - активационного анализа

№	Sm	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Au	Hf	Ba	Sr	Nd	As	Ag
1	80,47	905,0	9,315	6,842	24,29	165,7	1659,1	49,31	0,011	180	33,2	<80	354,5	2,09	<0,7
2	2,563	28,8	1,855	0,187	0,08	3,54	595,8	1,535	0,007	4	134,9	99,8	7,14	3,60	<0,7
3	1,801	20,0	0,965	0,148	<0,1	2,54	595,6	1,211	0,007	3	61,5	67,3	3,73	2,16	<0,7
4	29,62	351,1	4,535	2,634	7,22	61,4	1085,7	18,27	0,005	63	132,6	179,9	135,3	12,72	<0,7
5	88,46	1056,9	13,49	7,980	21,75	204,7	1737,5	52,84	<0,003	211	128,0	<80	360,7	7,38	<0,7
6	76,34	879,6	9,433	5,604	18,11	179,8	1292,7	38,07	<0,003	166	<60	<80	341,6	0,88	<0,7
7	1,774	20,4	1,078	0,264	0,15	2,36	681,3	2,159	0,005	5	71,8	6,5	6,11	2,30	<0,7

№	Br	Cs	Tb	Sc	Rb	Fe	Zn	Ta	Co	Na	Eu	La	Sb
1	<0,9	<0,1	14,43	29,7	<2	12,61	274,9	11,425	35,30	0,504	10,69	599,49	0,46
2	<0,9	0,151	0,27	4,5	21,44	2,04	43,6	0,260	5,97	0,753	0,414	11,68	0,39
3	2,287	<0,1	0,28	3,1	9,48	1,36	46,8	0,108	4,10	0,583	0,252	6,74	0,46
4	<0,9	<0,1	5,46	17,2	<2	6,73	134,9	4,762	20,09	0,419	3,673	204,51	0,71
5	<0,9	0,155	15,09	33,6	<2	15,50	216,9	17,255	44,26	0,485	12,41	692,53	0,58
6	<0,9	<0,1	14,04	26,6	<2	12,43	299,0	14,123	29,30	0,777	8,068	585,38	0,26
7	1,983	0,015	0,37	3,8	8,31	1,61	43,8	0,488	4,82	0,493	0,289	7,25	0,23

Было посчитано торий-урановое отношение. Исходя из этого природа всех образцов ториевая, за исключением пробы №3

Таблица 9 – Торий-урановое отношение

Проба	Th/U
1	6,8
2	42,2
3	2,5
4	8,5
5	9,4
6	9,9
7	15,5

По результатам ИНАА можно заметить, что пробы № 1, 5 и 6 имеют повышенное содержание Th, La и Ce.

Таблица 10 – Содержание Th, La и Ce в пробах №1, 5 и 6.

№	Th	La	Ce
1	165,7	599,49	905
5	204,7	692,53	1057
6	179,8	585,38	879,6

5.3 Результаты электронной микроскопии

При изучении образцов был применен метод электронной микроскопии. Исследуемый образец № 5 представляет собой мелкозернистый песок размером 0,25. В ходе исследований в исследуемом образце были определены следующие минералы:

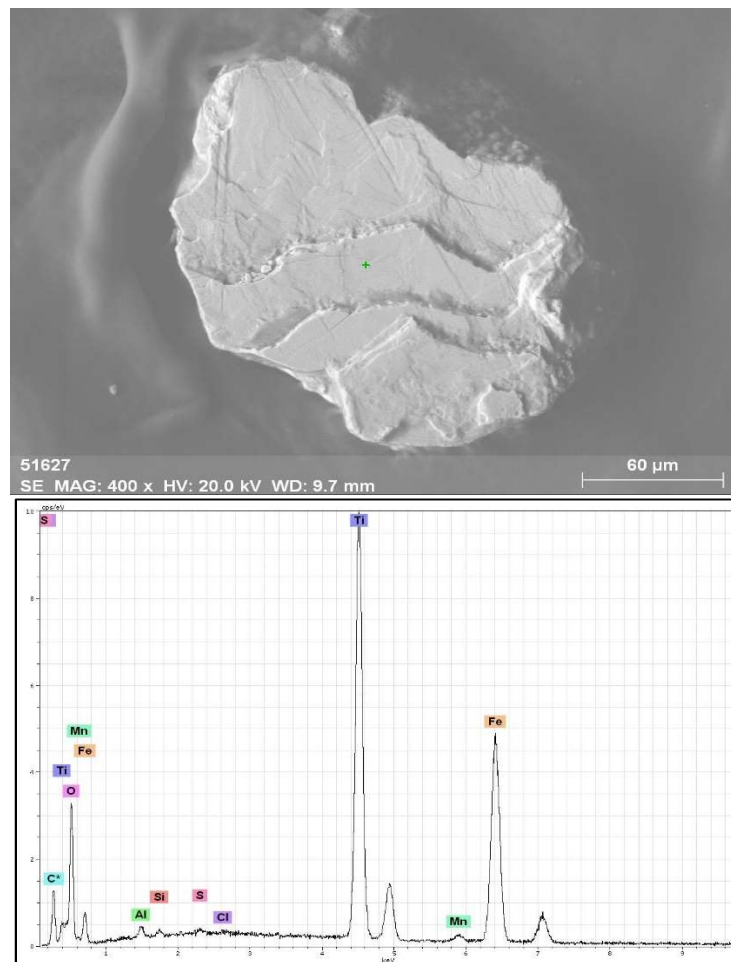
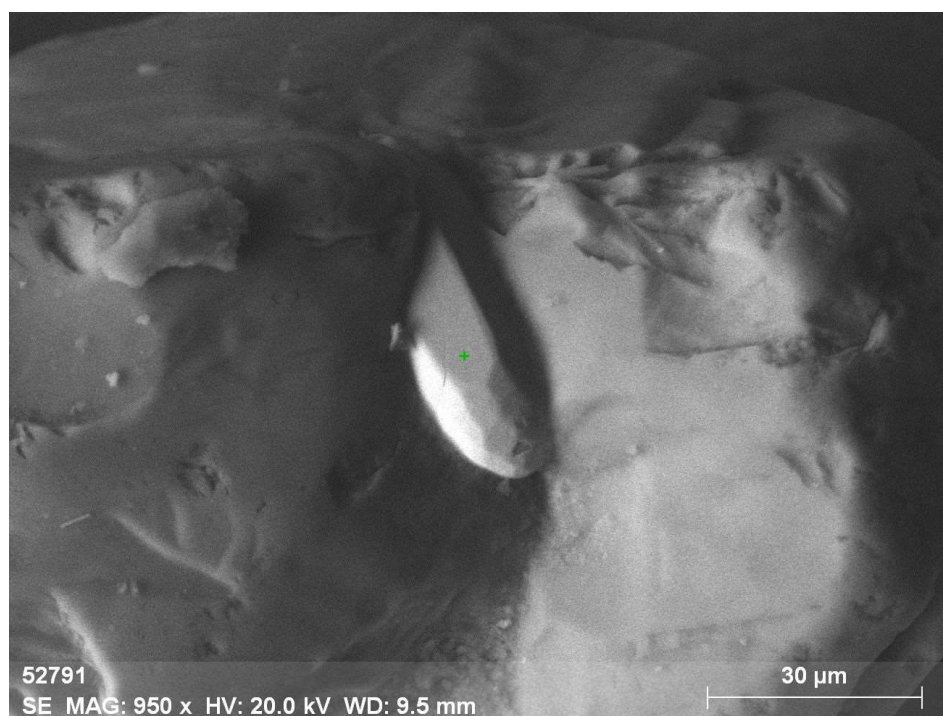


Рисунок 18 – Зерно ильменита и его энергодисперсионный спектр



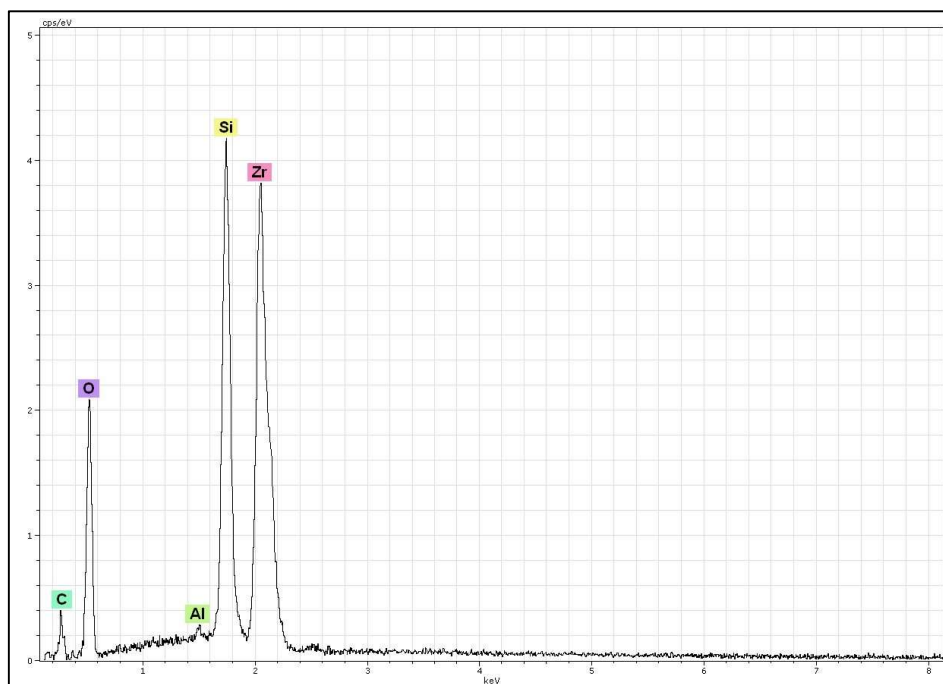
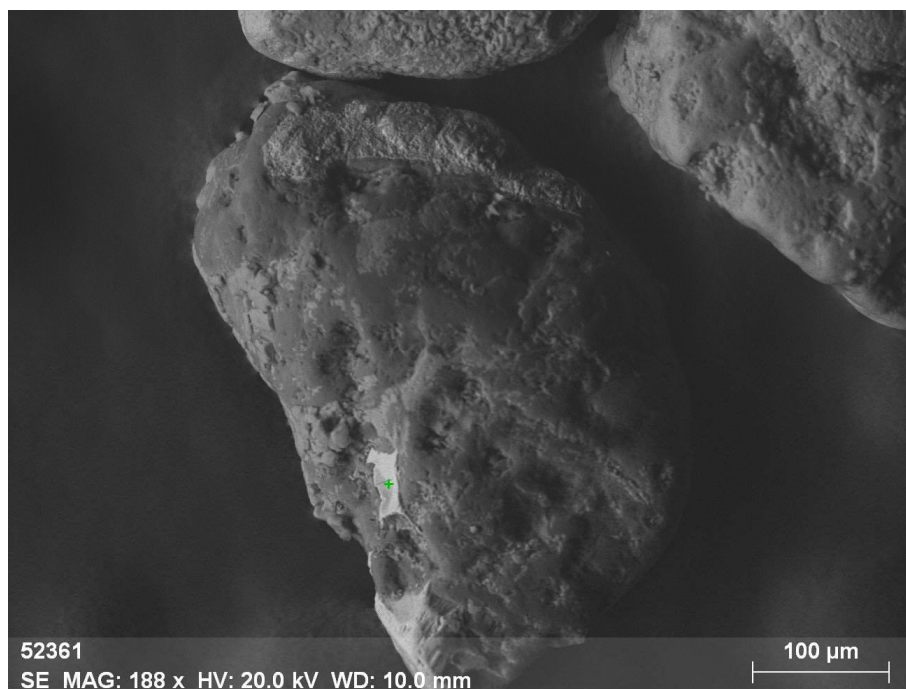


Рисунок 19 – Зерно циркона и его энергодисперсионный спектр

Ксенотим - относительно редкий минерал, фосфат иттрия (рис.20). Ксенотим россыпей - сырьё для получения иттрия и тяжёлых лантаноидов, иногда урана. Добывается в основном комплексно из россыпей совместно с монацитом и касситеритом.



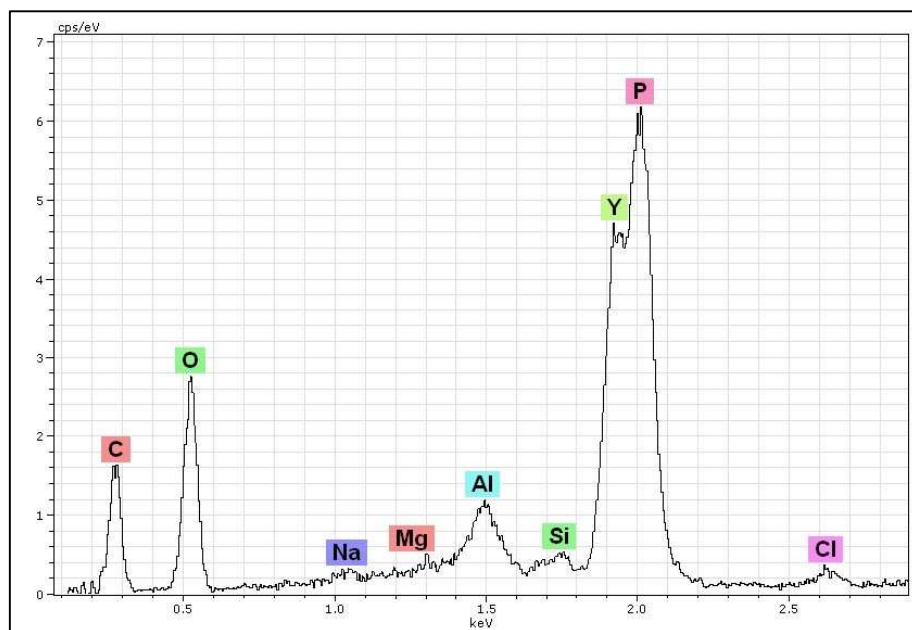


Рисунок 20 – Зерно ксенотима и его энергодисперсионный спектр

Таблица – Процентное содержание элементов минерала ксенотим.

Элемент	%
Углерод	31,26
Кислород	30,14
Натрий	0,48
Магний	0,34
Алюминий	2,35
Кремний	0,27
Фосфор	10,68
Хлор	0,56
Железо	0,69
Иттрий	23,22

Монацит – минерал, относящийся к классу фосфатов лантаноидов, — в основном церия (Ce), лантана (La).

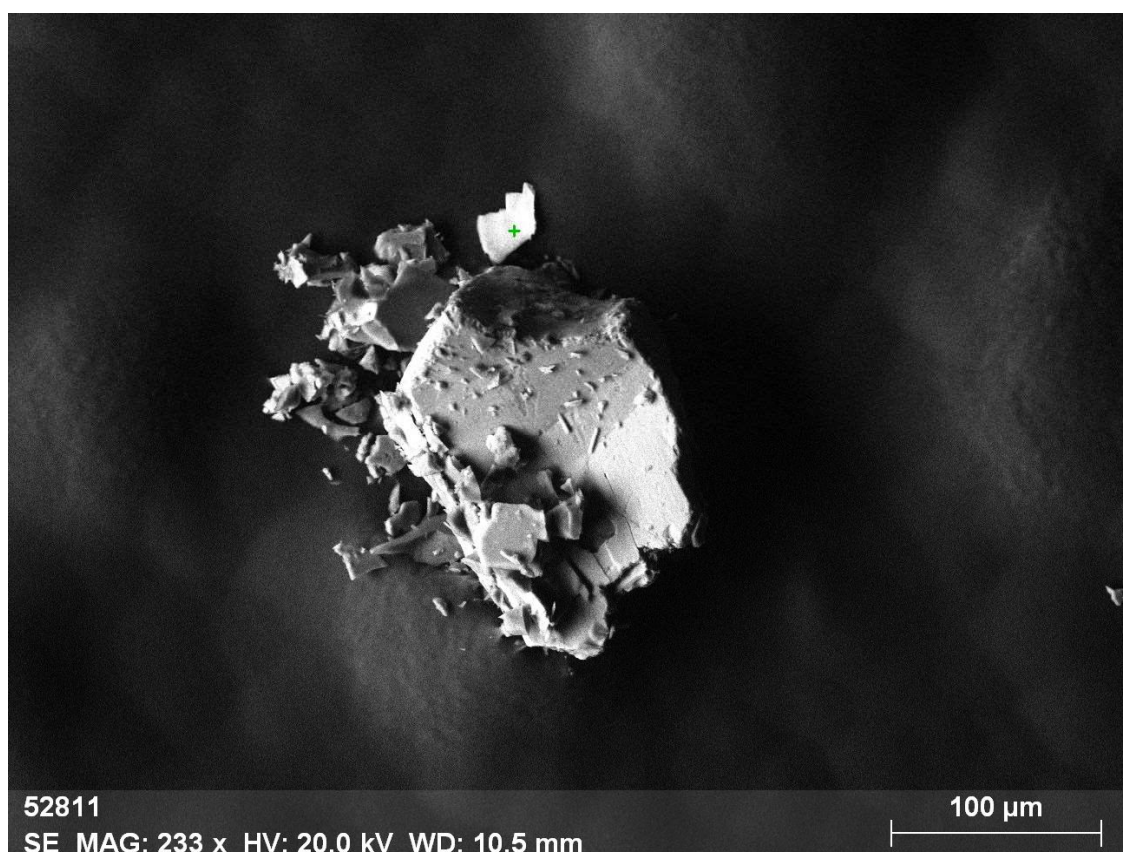


Рисунок 20 – Зерно монацита

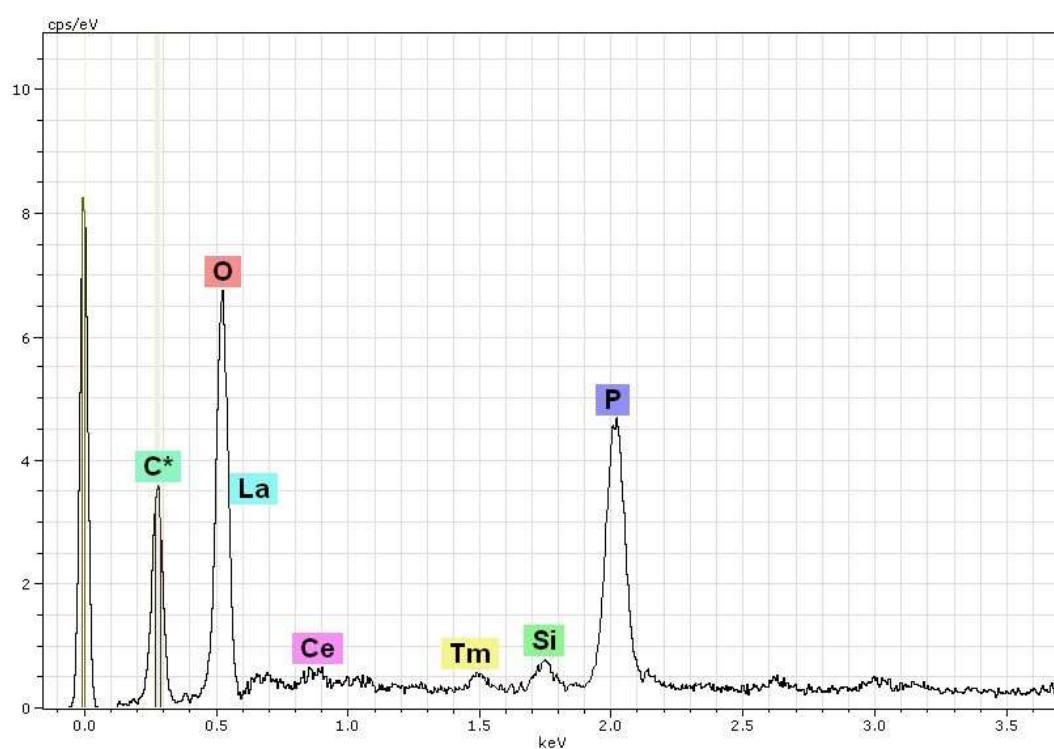


Рисунок 21 – Энергодисперсионный спектр монацита

Так же с помощью режима сканирования отслежено распределение церия, лантана и тория.

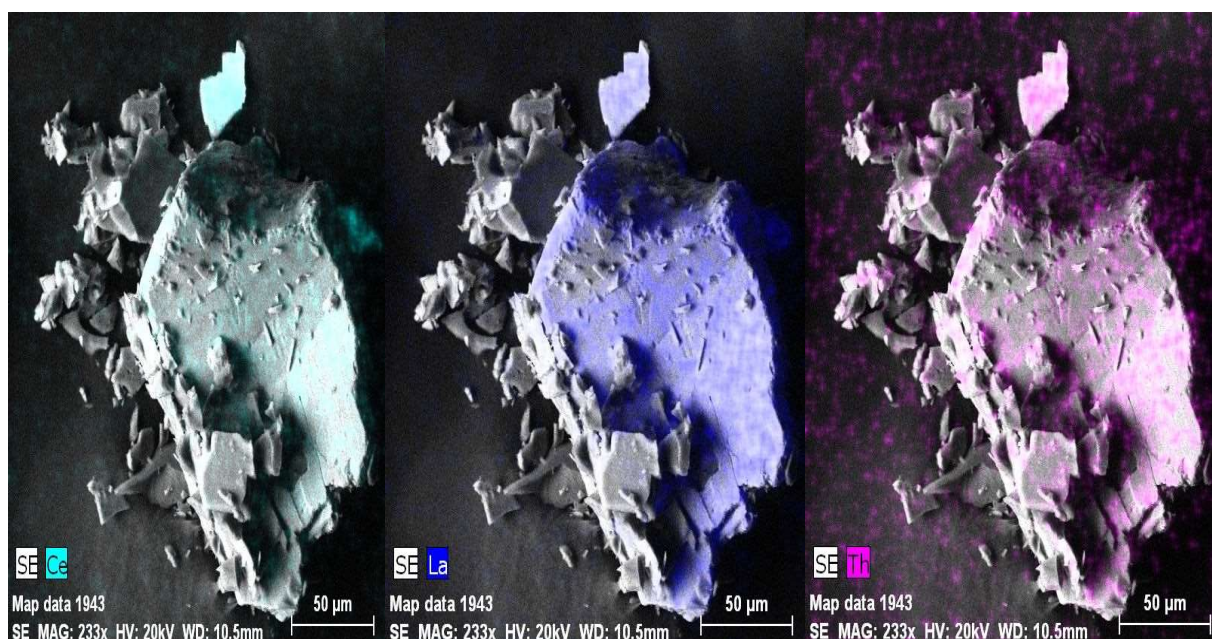


Рисунок 22 – Распределение церия, лантана и тория

Таблица 11 – Процентное содержание элементов минерала монацит

Элемент	%
Кислород	29,35
Кремний	0,86
Фосфор	12,75
Лантан	21,42
Церий	35,26
Тулий	0,33

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Технико-экономическое обоснование

Технико-экономическое обоснование работ проводится с целью определения трудовых и денежных затрат на исследовательские работы.

Целью работы является изучение минерального и химического состава проб монацитового песка с побережья пляжа штата Керала, Индия.

Полевые работы. Содержание работ: выбор пунктов отбора проб, отбор проб угля вручную, маркировка пакетов для проб, этикетирование и упаковка проб, изучение и описание материалов проб, отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения, сушка материала проб, регистрация проб в журнале. Всего отобрано 7 проб песка.

Лабораторные работы. Лабораторно-аналитические исследования проводились с применением комплекса современных методов анализа в аккредитованных лабораториях Международного инновационного научнообразовательного центра «Урановая геология» на базе кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

- ИНАА используется в качестве основного метода для количественного определения элементов-примесей в углях. Анализы выполнены в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета (аналитики А.Ф. Судыко и Л.В. Богутская). Лаборатория создана в 1984 г. и функционирует на базе единственного в Сибири исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ. Лаборатория аккредитована в системе Госстандарта России (Аттестат аккредитации РОСС RU.0001.518623 от 10.10.2011г).

- Минеральный состав определялся рентгеноструктурным методом с использованием дифрактометра D2 Phaser. Исследования проводились в научно-производственном центре «Урановая геология» 20 корпуса ТПУ.

- Для определения морфологических особенностей (форма, размер) и вещественного состава применили электронно-микроскопические методы исследования на сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N

Камеральные работы. Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории;

На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда (табл. X).

Все проведенные виды работ представлены в таблице 12.

Таблица 12 — Виды проведенных работ

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Количество		
1	Литогеохимические	проба	7	Отбор проб песка	
		проба	7	пробоподготовка	
		проба	7	Определение 28 Химических элементов	ИНАА
		проба	7	ЭЛ.микроскопия	Электронный микроскоп Hitachi S-3400N
		проба	7	РСА	Анализ при помощи дифрактометра D2 Phaser
3	Камеральные работы			Обработка данных, анализ материала	ПК

6.2 Расчет затрат времени на рентгеноструктурный анализ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород». Из справочника берутся следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q \times H_{вр} \times K \quad (3),$$

где:

N-затраты времени;

Q-объем работ;

H_{вр}- норма времени из справочника сметных норм (бригада/смена);

K- коэффициент за ненормализованные условия;

Затраты времени приведены в таблице X.

Таблица 13 — Затраты времени на выполнение рентгеноструктурных анализов

N п/п	Наименование этапа анализа, операции	Норма времени	Количество проб	Затраты времени
1	Подготовка(истирание пробы)	0,50	7	2
2	Получение дифрактограммы для качественного фазового анализа в одном интервале узлов	0,21	7	0,84
3	Точная идентификация (диагностика) минералов по рентгенометрическому определению в зависимости от групп их сложности: 3 группа	3,40	7	13,6

Затраты времени приведены в таблице 14.

Таблица 14 — Нормы времени на выполнение рентгеноструктурного анализа (в

бригадо-часах)

N п/п	Наименование этапа анализа, операции	Единица измерения	Количество	Норма	Итого
1	2	3	4	5	6
1515	I. Подготовка проб к анализу		7	0,47	3.29
1517	Подготовка препарата для рентгеноструктурного анализа с фотографической регистрацией дифракции рентгеновских лучей	Проба		0,50	3.5

Продолжение таблицы 14

1519	Подготовка порошкового препарата, растирка со спиртом Подготовка ориентированного препарата	Проба		0,25	1.75
1543	Точная идентификация (диагностика) минералов по рентгенометрическому определению в зависимости от групп их сложности: III группа	Проба		3,40	23.8
Общие затраты					32.34

Все работы выполняются одним человеком. Затраты времени составляют 32.34 часов.

Перечень и нормы расхода материалов на рентгеноструктурный анализ

Перечень расхода материалов используемых при рентгеноструктурном методе, нормы расхода представлены в таблице 15. Используются нормы из ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород».

Таблица 15 — Перечень и нормы расхода лабораторной посуды, реактивов и материалов, применяемых при производстве рентгеноструктурного анализа

N п/п	Наименование	Единица измерения	Цена, руб	Норма расхода	Сумма, руб
1	Бланки для выписывания результатов анализа	шт.	6*2	100,0	1200
2	Вата медицинская гигроскопическая	Кг	0,1*50	1,0	5
3	Материалы для оформления результатов анализа (журнал, бумага, тушь, чернила и др.)	руб.	66,5	45,0	2992,5
4	Пинцет медицинский	шт.	102	1,0	102

6.3 Общая стоимость лабораторных анализов

Таблица 16 — Расценки на проведенные лабораторные испытания и подсчитана общая стоимость всех проведенных методов.

№	Вид работ	Метод	Объем		Стоимость единицы работ	Общая стоимость работ
			Ед. изм.	Кол-во		
		ИНАА	Проба	7	1800	12600
		РСА	Проба	7	800	5600
		Эл. микроскопия	Проба	7	2000	14000
2	Камеральные	ПЭВМ	-	-	-	-
Итого				21	-	32,200

Таким образом, стоимость проведенных анализов составляет 32,200 рублей (табл. X).

Лабораторный этап работ: подготовка к изучению проб, включающая в себя просеивание проб через сита, измельчение на виброистирателе, упаковка проб в бумажные конвертики; далее следует подготовка к рентгеноструктурному анализу, заключающаяся в формировании проб в «таблетки» для изучения минералогического состава на рентгеновском дифрактометре на кафедре геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета, результаты

анализа представляются в виде рентгенограммы.

Камеральный этап: сбор и анализ информации об объекте и районе его расположения, обработка данных полевых и лабораторных исследований, расшифровка рентгенограмм, получение информации и породообразующих минералах, обработка результатов биотестирования. После этого осуществляется систематизация данных, оформляется общий отчет.

Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела “Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение” ,были рассмотрены методические указания по разработке раздела а также составлен план исследований по анализу монацитового песка и обоснование необходимости изучения монацитового песка. В итоге, стоимость проведенных анализов составляет 32,200 рублей.

7 Социальная ответственность

Введение

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой научно-исследовательскую работу. Основным объемом работ (проведение анализов, построение диаграмм, графиков, набор текста) выполнен на персональном компьютере, поэтому в разделе «Социальная ответственность при проведении исследований образцов монацита рассматривается «Производственная безопасность при работе на персональных компьютерах».

Цель данного раздела: проанализировать опасные и вредные факторы при данном виде организационной деятельности и решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов.

В данном разделе рассматриваются условия труда учебно-научной лаборатории микроэлементного анализа. Рабочее место расположено на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ), имеет естественное и искусственное освещение. Размеры помещения 10х8 м. Общая площадь помещения 80м². Площадь на одно рабочее место с персональным компьютером составляет не менее 4м², а объем – не менее 14 м³. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров.

Выполнение данной выпускной квалификационной работы осуществлялось с помощью прикладного программного обеспечения. При этом использовались: цветной монитор, клавиатура, мышь, системный блок, лазерный принтер.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Охрана труда и техника безопасности это – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (статья № 1 Федерального закона «Об основах охраны труда в Российской Федерации», 17.07.1999 г. №181-ФЗ [17]), образующие механизм реализации конституционного права граждан на труд (ст. 37 Конституции РФ [18]) в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены.

Согласно 37 статье Конституции РФ [18], работник имеет право на труд, в тех условиях, которые отвечают специальным требованиям гигиены и безопасности, а также каждый имеет право на отдых.

«Федеральная служба по труду и занятости Министерства здравоохранения и социального развития Правительства РФ» осуществляет специализированные функции, по надзору и контролю в сфере труда.

Главные задачи трудового законодательства – создание необходимых правовых условий для достижения согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ [21], возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить, соответствующие требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте; режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством, и иными нормативными

правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Работодатель должен извещать работников, об условиях охраны труда на рабочих местах, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

В организации режим труда и отдыха носит следующий характер:

- Пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями;
- Продолжительность ежедневной работы 8 часов;
- Время начала и окончания работы с 8:00 до 17:00;
- Время перерывов в работе с 12:00 до 13:00.

Также, устанавливается отпуск в количестве 28 дней в течение года, и другие выходные (праздничные) дни, предусмотренные трудовым законодательством РФ.

В постановлении «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов» часть 3 представлены требования к помещениям для работы с персональными электронно-вычислительными машинами (далее ПЭВМ):

- Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток.

- Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

- Площадь на одно рабочее место должно составлять 4,5 м.

- Помещения должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Общие требования к организации рабочих мест пользователей ПЭВМ [9]:

- При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами, должно быть не менее 2,0 м, а

расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

- Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.
- Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5-0,7.
- Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.
- Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

7.2 Производственная безопасность

Соблюдение установленных норм и правил при работе с ПЭВМ – залог безопасной и продуктивной работы. Данные нормы и правила направлены на предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ.

В таблице 17 представлены основные опасные и вредные факторы по ГОСТ 12.0.003-2015, выявленные в ходе анализа проведения исследовательских работ на компьютере [1].

Таблица 18 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ

Наименование видов работ	Факторы ГОСТ 12.0.003-2015		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Работа на ЭВМ (поиск информации, обработка результатов, набор текста, построение графических изображений)	1. Шум на рабочем месте. 2. Электромагнитные поля и излучения 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны 4. Нервно-психические нагрузки (умственное перенапряжение) 3. Отклонение показателей микроклимата в помещении	1. Электрический ток 2. Пожароопасность	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.548-96 СП 2.2.1.1312-03 СП 52.13330.2016 НПБ 105 – 95

7.3 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.

Электромагнитные поля и излучения

Основным вредным фактором, воздействию которого подвергается инженер-исследователь при работе за компьютером, является электромагнитное излучение. Оно пагубно влияет на костные ткани, ухудшает зрение, повышает утомляемость, а также способствует ослаблению памяти и возникновению онкологических заболеваний.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [3] и представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Временные допустимые уровни (ВДУ) электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах [3]

Наименование параметров		ВДУ
	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

С целью снижения вредного влияния электромагнитного излучения при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие общие гигиенические требования [3]:

Длительность работы без перерыва взрослого пользователя должна быть не более 2 ч, ребенка – 10÷20 мин, в зависимости от возраста. В процессе работы следует менять содержание и тип деятельности (чередовать ввод данных и редактирование). Согласно требованиям санитарных норм необходимы обязательные перерывы при работе за компьютером, во время которых рекомендовано делать упражнения для глаз, рук и опорно-двигательного аппарата.

Рабочее место с компьютером должно располагаться по отношению к окнам таким образом, чтобы лучи света падали слева. Если в помещении находится несколько компьютеров, то расстояние между экраном одного монитора и задней стенкой другого должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми стенками соседних мониторов – 1,2 м. Оптимальным расстоянием между экраном монитора и глазами работника является 60÷70 см, но не ближе 50 см.

Для ослабления влияния рассеянного рентгеновского излучения от монитора ПК рекомендуется использовать защитные фильтры (экраны).

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прикладываемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении. научно-исследовательские учреждения. Реальная освещенность на рабочем месте взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Оценка освещенности производилась в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [2]. В таблице X приведены нормируемые и фактические показатели искусственного освещения. Нормируемые показатели представлены для кабинетов, рабочих комнат, офисов, представительств в административных зданиях (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения). Реальная освещенность на рабочем месте взята из карты рабочего места заполненной в рамках проверки соответствия условий на рабочем месте Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ[20]

Таблица 20 - Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения [2]

Рабочая поверхность и плоскость нормирования освещенности (Г-горизонтальная) и высота плоскости над полом, м	Освещенность (при общем освещении), лк		Показатель дискомфорта не более М		Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
	Фактич	Допуст	Фактич	Допустим	Фактичес	Допустим
	еская	имая	еский	мый	кий	ый
	400	300	40	40	15	15

Исходя из табличных данных, можно сказать, что освещенность соответствует нормативным данным, следовательно, освещение оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса и безопасность учащихся.

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Влияние микроклимата на самочувствие человека значимо и существенно, а переносимость температуры во многом зависит от скорости движения и влажности окружающего воздуха - чем выше показатель относительной влажности, тем быстрее наступает перегрев организма. Недостаточная влажность, в свою очередь, может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами. Длительное воздействие высокой температуры при повышенной влажности может привести к гипертермии, или накоплению теплоты и перегреву организма, а пониженные показатели температуры, особенно при повышенной влажности воздуха, могут быть причиной гипотермии, или переохлаждения. Длительное воздействие высокой

температуры при повышенной влажности может привести к гипертермии, или накоплению теплоты и перегреву организма, а пониженные показатели температуры, особенно при повышенной влажности воздуха, могут быть причиной гипотермии, или переохлаждения.

Основной документ, регулирующий санитарно-гигиенические условия работы за компьютером - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [3].

В этом документе прописываются общие требования к помещениям для размещения компьютерной техники, микроклимату, составу воздуха и освещению производственных помещений, уровням шума на рабочем месте и оборудованию рабочих мест.

В соответствии с разделом 2 СанПиН [2], в помещения, в которых осуществляется работа за компьютером, на окнах должны быть занавеси или жалюзи, а также защитное заземление (зануление). В таких помещениях обязательна ежедневная влажная уборка и проветривание после каждого часа работы за ПЭВМ.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [4] при нормировании параметров микроклимата выделяют холодный период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной плюс 10°C и ниже, и теплый период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше плюс 10°C. Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Оптимальные параметры микроклимата приведены в таблице X .
Таблица 21 – Оптимальные параметры микроклимата.

Время года	Температура воздуха, °C	Температура поверхностей, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплое	21-24	20-25	60-40	0,1

Холодное	22-25	21-26	60-40	0,1
----------	-------	-------	-------	-----

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Во всех производственных и вспомогательных помещениях предусмотрена естественная вентиляция. Вентиляция создаёт условия воздушной среды, благоприятные для здоровья и самочувствия человека, отвечающие требованиям технологического процесса.

Оптимальные параметры микроклимата в помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые – обычными системами вентиляции и отопления. Согласно СанПин 2.2.4.548-96 [4], интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования и осветительных приборов на рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50 % и более поверхности человека.

При небольшой загрязненности воздуха приток воздуха в лабораторные помещения осуществляется при помощи естественной вентиляции.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Таблица 22 – Допустимые величины показателей микроклимата

Время года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодное	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1
Теплое	21,0-22,9	20,0-29,0	15-75	0,1

Шум на рабочем месте.

Шумовое загрязнение среды на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижается внимание, увеличивается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляется скорость психических реакций и т.п. В результате снижается производительность труда и качество выполняемой работы. В рабочей лаборатории шумы превышающие уровень 50 Дб, установленный ГОСТ 12.1.003-83[8], отсутствуют. Здание находится вдали от центральных улиц, автомобильных и железных дорог и аэропортов.

Нервно-психические нагрузки (умственное перенапряжение).

В ходе выполнения научно-исследовательской работы необходимо в сжатые сроки изучать большое количество научной литературы: статьи из научных журналов, монографии по определенной тематике, данные геологических исследований. Анализировать исходный материал, выполнять построение карт параметров, таблиц, геологических моделей. Оценка интеллектуальных нагрузок, по показателям напряженности трудового процесса произведена согласно Р 2.2.2006-05 [10].

Согласно таблице Р 2.2.2006-05, по содержанию работы, задачи, решаемые в процессе исследовательской работы относятся к вредному напряженному труду 1 степени (Решение сложных задач, с выбором по известным алгоритмам); по восприятию информации и ее оценке – решаемые задачи относятся к классу труда допустимой вредности (восприятие сигналов

с последующей коррекцией действий и операций); по распределению функций по степени сложности задания, решаемые задачи относятся к классу труда допустимой вредности (обработка, выполнение задания и его проверка), по характеру выполняемой работы решаемые задачи относятся к классу труда допустимой вредности (работа по установленному графику, с возможной коррекцией по ходу деятельности) [10].

Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Электрический ток.

Оборудование, к которому относятся ЭВМ представляют большую опасность с точки зрения поражения электрическим током. Это связано с возможным наличием оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения изоляции. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05А, ток менее 0,05А – безопасен (до 1000 В) . Для предотвращения электротравматизма необходимо организовывать работы согласно ПТЭ и ПТБ потребителей и (ПЭУ) . Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ: все узлы компьютера должны питаться от одной фазы электросети, корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой; для отключения компьютерного оборудования должен быть использоваться отдельный пункт с автоматами и общим рубильником; все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании. Аудитория, в которой проводились камеральные работы с использованием ПЭВМ отвечает вышеперечисленным требованиям .

Основные мероприятия, направленные на ликвидацию причин травматизма: систематический контроль за состоянием изоляции электропроводов, разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники и контроль за их

соблюдением соблюдение правил противопожарной безопасности; своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов [13].

Пожароопасность

Лабораторное помещение по степени пожароопасности относится к классу В в соответствии с СП 12.13130.2009 [13].

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность электросетей;
- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

В связи с этим в лаборатории необходимо выполнять следующие нормы пожарной безопасности:

- для предохранения сети от перегрузок запрещается включать дополнительные не предусмотренные потребители;
- работы в лаборатории проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- иметь в наличии план эвакуации людей, который должен висеть на видном месте;
- оборудование размещать так, чтобы был достаточный проход к выходу.

Так же в лаборатории запрещается:

- пользоваться открытым огнем, курить;
- производить зарядку аккумуляторных батарей;
- хранить легко воспламеняющиеся вещества, за исключением спирта для технологических целей (1 литр).

Для локализации или ликвидации возгорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

Экологическая безопасность

Утилизация персонального компьютера вне установленном порядке может негативно сказаться на экологической обстановке, так как вся оргтехника включает в свой состав как органические составляющие (пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенолформальдегида), так и почти полный набор металлов.

Техногенный мусор в виде отслуживших свой срок компьютеров не может быть уничтожен самой природой. Более того, их громоздкость и наличие внутри ядовитых химических веществ не позволяют подвергать эту технику уничтожению способом сжигания.

Порядок утилизации компьютеров:

1) создание комиссии на предприятии, имеющем технику, подлежащую утилизации. Это внутренняя комиссия, которая создается для коллективного принятия решения о том, какая именно техника может быть списана.

2) Составление экспертного заключения о том, что техника действительно «отжила свое» и должна быть списана. В качестве эксперта может выступать как независимый специалист, так и сотрудник компании, имеющий диплом, подтверждающий его компетентность в работе с данной техникой.

3) Составление акта технической экспертизы, подтверждающего, что техника уже вышла из строя и не подлежит ремонту либо же что ремонт её уже нецелесообразен.

4) Составление акта списания компьютерной техники с обязательным отображением в бухгалтерском учете предприятия.

5) Утилизация техники на соответствующем предприятии, имеющем право на переработку компьютеров.

6) Получение официального подтверждения в виде документа, сообщающего о том, что техника была утилизирована в соответствующем порядке и опасные отходы не будут загрязнять окружающую среду.

Такие металлы, как свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк входящие в состав электронных компонентов переходят под воздействием внешних условий в органические и растворимые соединения и становятся сильнейшими ядами. Утилизация пластиков, содержащих ароматические углеводороды, органические хлорпроизводные соединения является насущной проблемой экологии, поэтому вся оргтехника должна утилизироваться по правилам [15] .

Отдельного положения, регулирующего утилизацию именно техники и компьютеров, в законодательной базе нет. Утилизация и переработка осуществляются согласно общим положениям. Списанные компьютеры относятся к отходам и должны быть утилизированы в порядке, указанном в законодательстве в сфере обращения с отходами. Отходы, содержащие в себе части цветных металлов, относятся к категории металлолома и подпадают под соответствующую категорию. Если техника содержит в себе опасные для окружающей среды вещества – тяжелые металлы, соли, – она подпадает под категорию опасных отходов.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Исходя из пожароопасных свойств веществ и условий их применения или обработки лаборатория 20-го учебного корпуса по взрывопожарной и пожарной опасности принадлежит к категории В, горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть [7]. К горючим материалам относятся шкафы, столы, стулья и документация.

Для предотвращения пожара принимаются следующие меры:

-из аудитории необходимо удалить неиспользуемые нагревательные приборы;

-корпуса рубильников и розеток разместить на несгораемых основах; нагревательные приборы расположить на асбестовых ковриках и прокладках;

-работы с легко воспламеняющимися веществами должны проводиться вне аудитории;

-курение в аудитории строго запрещено.

В соответствии с требованиями пожарной безопасности разрабатывается план эвакуации, эвакуационная карта и инструкция.

Для тушения пожара используют следующие средства: прекращение доступа в зону горения окислителя (кислорода воздуха) или горючего вещества, а также снижение их поступления до величин, при которых горение прекращается;

-охлаждение очага горения ниже определённой температуры;

-механический срыв пламени струёй жидкости или газа;

-снижение скорости химической реакции, протекающей в пламени;

-создание условий огнепреграждения, при которых пламя распространяется через узкие каналы.

Основные огнегасительные вещества и материалы – это вода и водяной пар, пена, песок, инертные газы, сухие (твёрдые) огнегасительные вещества и др. Корпус, в котором находятся лаборатория, оборудована порошковыми огнетушителями (ОП-2, ОП-4) и автоматической установкой пожаротушения. Согласно категории В пожароопасности в общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м.

Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 30 м – для помещений категорий А, Б и В. На объекте

должно быть определено лицо, ответственное за приобретение, ремонт, сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения. Каждый огнетушитель, установленный на объекте, имеет порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской. На него заводят паспорт по установленной форме. Учет проверки наличия и состояния первичных средств пожаротушения следует вести в специальном журнале. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться.

Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела «социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы, включающие нормы трудового законодательства, организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны, график работы и отдыха. Выявлены вредные и опасные факторы воздействия на работающего в помещении на ПЭВМ человека:

1. Отклонение показателей микроклимата,
2. Превышение уровня шума,
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны,
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека,
5. Пожар.

Также была разработана пункт о безопасности при возникновении ЧС, а именно возникновение пожара, получение ожогов и поражение электрическим током и даны рекомендации по предотвращению и устранению всех рассмотренных в данном разделе негативных воздействий на человека при выполнении выпускной квалификационной работы.

Заключение

В данной магистерской диссертации было изучено множество литературных источников на английском, были изучены основные источники тория и охарактеризовано геологическое строение штата Керала. Для изучения минерального состава был применен рентгенофазовый анализ и метод электронной микроскопии, а для определения элементного состава инструментальный нейтронно – активационный анализ.

Монацит - один из источников получения лёгких лантаноидов и тория, а также иттрия. Используется как сырьё для получения церия и тория. Инструментальный нейтронно – активационный анализ показал, что три пробы (№1, 5 и 6) имеют высокие содержания элементов Th, La и Ce.

Результаты изучения образцов с помощью рентгенофазового анализа.

Во всех образцах, кроме пробы №7, был обнаружен монацит. Химический состав монацита образца №1 – Sm и La, образца №2, 3 – Sm, образцов № 4, 5 и 6 – La.

Результаты электронной микроскопии образца №5 показали наличие таких минералов как: ильменит, циркон, ксенотим и монацит. Содержание иттрия в ксенотиме составило 23,22%. Процентное содержание редкоземельных элементов (лантан и церий) в монаците составили 21,42 и 35,26%.

Месторождения монацитов в Индии, имеющие промышленное значение представляют собой природные концентрации монацита с ильменитом, рутилом, цирконом, силлиманитом и гранатом в пляжных россыпях.

Основной промышленный источник тория - монацитовые россыпи. В ходе исследований в пробах монацитового песка был обнаружен минерал монацит, который является рудой редкоземельных элементов и тория.

В разделе «социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, анализ вредных

производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению и экологическая безопасность В разделе «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» была подсчитана общая стоимость лабораторных анализов. В приложении А к ВКР было описано химико-минералогическое исследование гранитов района Перинтальманна, область Малаппурам, штат Керала, Индия

Список литературы

а) Опубликованная

1. G R Ravindra Kumar, C. Sreejith; Relationship between heavy mineral placer deposits and hinterland rocks of southern Kerala: A new approach for source-to-sink link from the chemistry of garnets; Indian Journal of Geo-Marine Sciences 39 (4),(4):562-571
2. Pradeepkumar A.P. Shaji E; Shear Zones and Crustal Blocks of southern India; Dept of Geology, University of Kerala, India
3. William C. Overstreet; The geologic occurrence of monazite Geological survey professional paper 530
4. Mallik, T.K., 1986. Micromorphology of some placer minerals from Kerala beach, India. Mar. Geol., 71: 371—381
5. Бекман И.Н. Торий. Лекции Россия. 136 стр.
6. Черник Г. П. Монацит, его месторождения, добыча и техническо-заводская переработка для надобностей газокалильной промышленности./:Академия наук СССР. - Горный журнал, вып. 6-7, 1932

б) Нормативная

1. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
4. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы».
5. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

6. ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ.
Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
7. НПБ 105 – 95. «Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности».
8. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
9. Правила Технической эксплуатации электрических станций и сетей российской федерации.
10. Р-2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
11. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.
12. Правила Технической эксплуатации электрических станций и сетей российской федерации.
13. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1)
14. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
15. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016) "Об отходах производства и потребления".
16. ТОИ Р-45-084-01.Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере.
17. Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации», 17.07.1999 г. №181-ФЗ
18. Конституция Российской Федерации (с изменениями на 21 июля 2014 года)
19. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 27 декабря 2018 года)

20. Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013
N 426-ФЗ

21. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 27 декабря
2018 года)

Приложение А

Shear Zones and Crustal Blocks of Southern India

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ71	Абраев Д.Е		

Руководитель ВКР _____

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпис ь	Дата
Профессор	Рихванов Л.П.	д.г.-м.н.		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпис ь	Дата
Доцент	Уткина А.Н.	к.филос.н		

A chemico-mineralogical study of granites of Perinthalmanna area, Malappuram District, Kerala, India

Introduction

The Kerala region is an important segment of the South Indian Precambrian terrain, where major units of the Archean continental crust, such as granulites, granites, gneisses, and greenstones are preserved (Fig.1). The Precambrian granulite terrain of this region is pierced by a number of plutons. Granite plutons are dominant among them. Post-collisional alkaline magmatism with Pan-African affinities has been reported in a number of locations in the Southern Indian Granulite Terrain (SGT). Several alkali granite and syenite plutons intrude the South Indian shield that preserves evidence of prominent felsic magmatic events. Most of these plutons are spatially associated with major Late Proterozoic lineaments. These intrusives are considered to represent anorogenic A-type magmas generated in rift related environments of high heat flow and abundant volatile activity.

Detailed studies of a few granite bodies in Kerala, like that of Chengannoor, Munnar, Ambalavayal and Kalpatta areas, have been carried out in the late 1980's and 1990's. These plutons are generally considered to be anorogenic or post orogenic. The present study aims to give a comprehensive account of field relations, petrography and geochemistry of Perinthalmanna granite, a small granite body located in Malappuram district.

Geology of the Area

An area of about 40 km² bounded by 10°59'40" and 11°0'N latitudes and 76°11'50" and 76°15'57"E longitudes, was studied for deciphering the extension of Perinthalmanna granite body (Fig.2). Biotite gneiss (BG) is the most widespread rock type in the study area, followed by hornblende biotite gneiss (HBG), charnockite, dolerite and hornblende biotite schist (HB Schist) in abundance. The pervasive gneissic banding in the rock, ranging in width from <1 cm to 25 cm, is defined by the alternate quartz-feldspar rich and ferromagnesian minerals rich layer (Fig.3a). The general trend of the most prominent foliation is NWSE with

steep dip. Relict foliation is also observed on weathered surfaces. Augens of feldspars and enclaves of biotite are noticed at places. Pegmatite veins, bearing pink feldspar and quartz, parallel the foliation. Charnockite, which is seen as a massive and well-jointed rock, is cut across by pegmatite veins. Large abandoned quarries of charnockite are acting as water harvesting structures in many parts of the area (Fig.3b). Dolerite dykes are exposed as boulders trending NWSE. The occurrence of HB schist is very much limited.

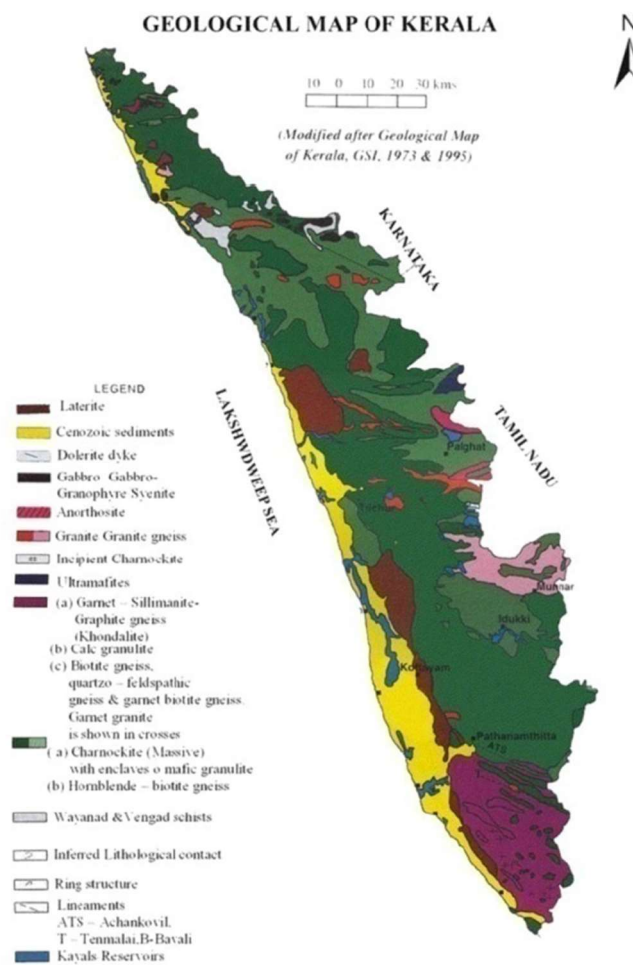


Fig.1. Geological map of Kerala

Perintalmanna Granite

Granite of the area occurs as small hillocks. They are of two types-pink granite and grey granite. Among the two, the pink variety predominates over the other. These massive rocks, showing grain size variation from fine to medium, have sharp concordant contact with BG, HBG and charnockite. These contacts are mostly parallel to the general NWSE foliation trend in gneisses and gneissic charnockite. The granites exhibit crude gneissosity and foliation near the contacts. The granites, which are well jointed, are cut across by feldspar + quartz pegmatite veins, ranging in width from 15 cm to 50 cm, at many places. Enclaves of ferromagnesian minerals are noticed in granite (Fig.3c).

Petrography

Field relations and texture clearly establish the presence of two variants of the granite. However these two varieties exhibit many textural and mineralogical similarities. Both are light coloured, holocrystalline, hypidiomorphic, nearly equigranular and free of deformation. However the content of potash feldspar and opaque are more in pink granite compared to that in grey granite. The biotite content of pink granite is less than in the grey granite. The magmatic nature of the granite variants is revealed by the subhedral to euhedral form of plagioclase and biotite and the anhedral to subhedral character of K-feldspar and quartz.

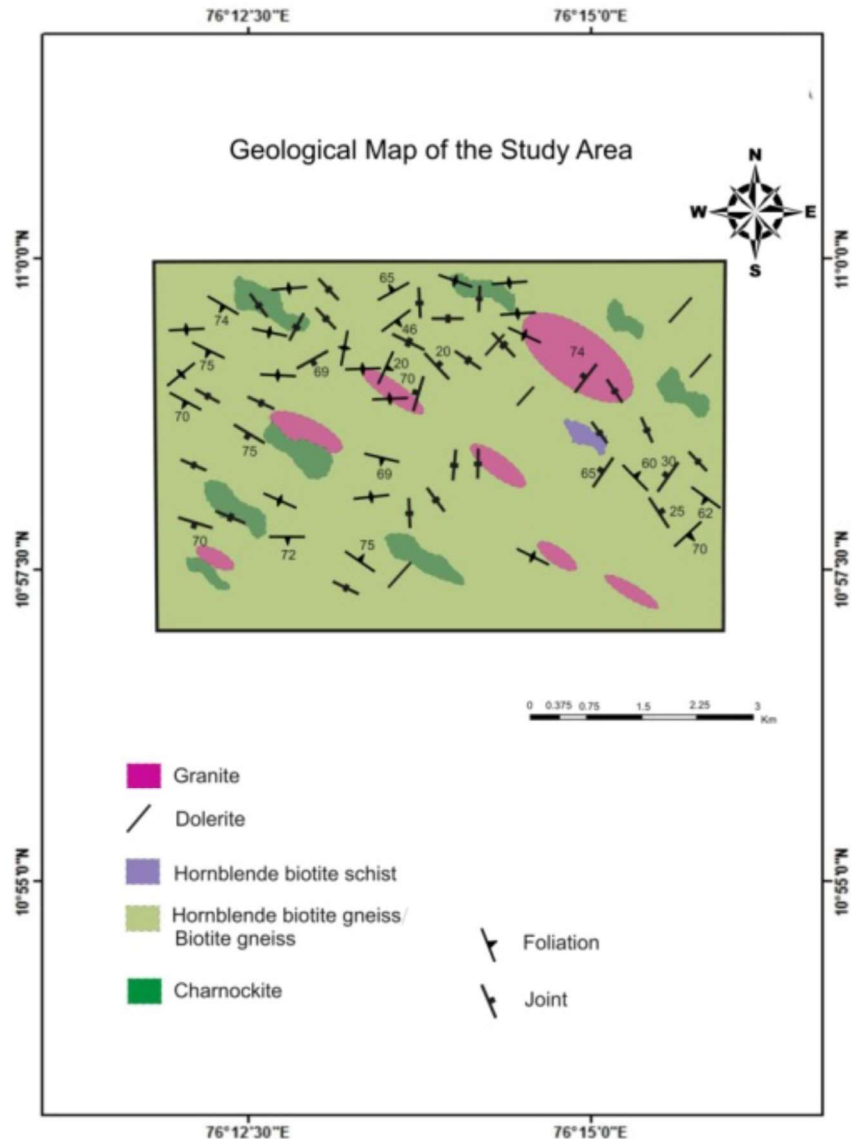


Fig.2. Geological map of the study area

Grey granite

The presence of abundant grey feldspar imparts grey colour to the rock. The rock is essentially made up of perthite, orthoclase, plagioclase, quartz and minor amounts of biotite and hornblende. Zircon and opaques are also found in very small amounts. The most abundant mineral present in the rock is perthite. Orthoclase grains, which are subhedral, show the effects of sericitisation. Myrmekitic intergrowth is noticed in some sections (Fig.3d). Quartz grains, which are anhedral, are seen both as independent grains and as inclusions in perthite (Fig.3e). Biotite is strongly pleochroic (light yellow to brown). Hornblende grains

exhibit strong pleochroism. Zircon grains are nearly elliptical. Zircon inclusions with pleochroic haloes are noticed in perthite (Fig.3f). Opaques, mainly reddish brown rutile, are of various size and shape.

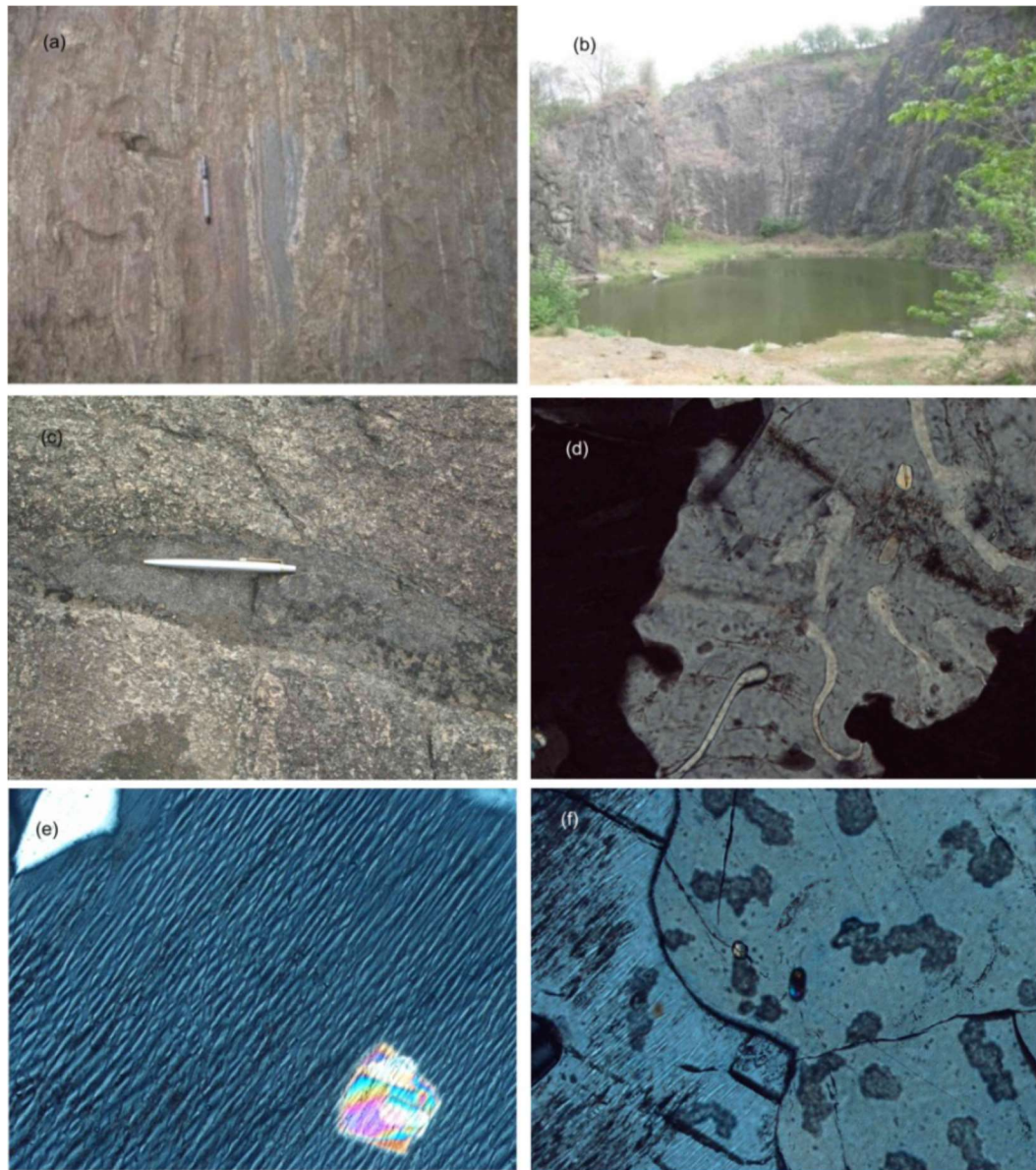


Fig 3. a. Well foliated and well banded hornblende biotite gneiss (plan view); b. Abandoned charnockite quarry used as water harvesting structure; c. Enclave of ferromagnesian minerals in weathered granite; d. Myrmekite in grey granite (crossed nicol, 10X); e. Inclusion of quartz in perthite in grey granite (crossed nicol, 10X); f. Zircon inclusion in perthite in grey granite (crossed nicol, 10X).

Pink granite

These are leucocratic, fine grained rocks with well developed joints. The essential minerals present in pink granite are similar to that in grey granite. The content of potash feldspar and opaque are more in pink granite compared to that in grey granite. The magmatic nature of the granite variants is revealed by the subhedral to euhedral form of plagioclase and biotite and the anhedral to subhedral character of K-feldspar and quartz. The perthitic intergrowth is mostly controlled by cleavages and fractures. This may be due to feldspar fluid interaction at subsolidus temperature that leads to the replacement of albite at the margin of perthite. The development of myrmekite in both variants may be due to the subsolidus reaction that had taken place during the cooling stage of magma. The close association of zircon and apatite with biotite suggests early crystallization of biotite around apatite nuclei from a melt.

The texture and mineralogy of the granite variants of Perintalmanna area indicate a common source of magma. They may be considered as products of polyphase late magmatic crystallization.

Geochemistry

The major and trace element content of five representative samples of the granite, which were analysed by X-ray Fluorescence (XRF) in the laboratory of Centre for Earth Science Studies, Thiruvananthapuram, is provided in Table 1.

The granites are rich in SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O and K_2O and poor in CaO , MgO , Fe_2O_3 and TiO_2 . In K_2O - Na_2O - MgO diagram (Fig.4a) all the granite plots are located in the igneous field. In K_2O - Na_2O - CaO diagram (Fig.4b), both the granites show calc-alkaline trend. In Na_2O - CaO - K_2O diagram, all granite plots fall in the granite field (Fig.4c).

Table1: Chemical Analysis of Granite Samples

Sample No.	RE 24(grey)	RE 51(grey)	RE 22(pink)	RE 41(pink)	RE41(2)(pink)
SiO ₂ (%)	71.027	74.232	70.17	74.382	72.239
TiO ₂	0.369	0.102	0.324	0.125	0.227
Al ₂ O ₃	13.516	13.688	14.135	13.76	13.838
MnO	0.02	0.024	0.026	0.009	0.014
Fe ₂ O ₃	2.935	1.768	2.01	0.97	1.422
CaO	2.299	0.602	2.137	1.412	1.848
MgO	1.363	0.092	1.076	0.438	0.885
Na ₂ O	2.585	3.311	3.013	2.795	2.778
K ₂ O	4.751	5.352	5.143	5.451	5.201
P ₂ O ₅	0.255	0.009	0.129	0.035	0.073
Total	99.12	99.18	98.163	99.377	98.525
Co(PPM)	5	3	3	1	2
Ni	14	6	8	9	11
Ga	11	16	13	18	15
Rb	99	94	99	105	124
Sr	974	309	476	0.11%	0.15%
Y	ND	4	ND	ND	ND
Zr	37	181	ND	ND	ND
Nb	ND	1	ND	ND	ND
Ba	0.27%	0.11%	935	0.28%	0.34%
La	26	64	11	ND	11
Ce	39	103	25	ND	3
Sm	3	7	3	1	2
Th	ND	4	ND	ND	ND

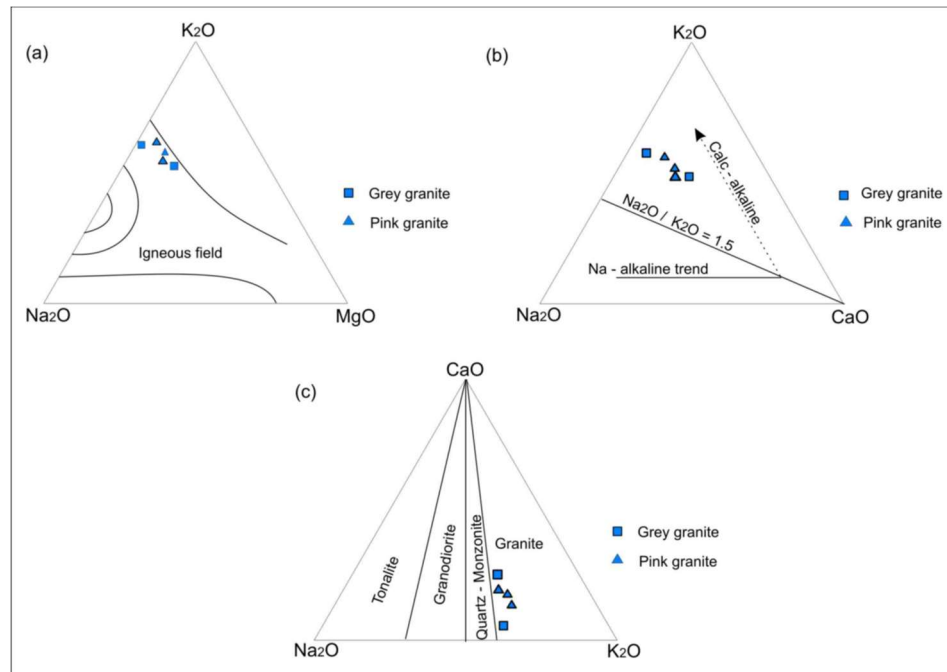


Fig.4 a. K₂O-Na₂O-MgO diagram; b. K₂O-Na₂O-CaO diagram [Na₂O/K₂O=1.5 line, Calc-alkaline trend, Na-alkaline trend]; c. Na₂O-CaO-K₂O diagram.

The CIPW norm for the granites is given in table 2. All the samples are quartz normative showing the high silica content. The normative corundum in all the samples point to their peraluminous nature. The Differentiation Index (DI),

ranges from 81.792.4 for the granites. The high DI points to the salic nature of the rocks. The Larsen Index for the granite variants range between 23.51 and 28.64.

Table 2: CIPW Norm for Perintalmanna Granite

MINERAL	RE-24(GRAY)	RE-51(GRAY)	RE-22(PINK)	RE-41(PINK)	RE-41(2)(PINK)
QUARTZ	31.3	32.9	27.4	33.6	31.3
ORTHOCLASE	28.4	31.7	30.6	32.2	30.6
ALBITE	22	27.8	25.7	23.6	23.6
ANORTHITE	9.5	3.1	8.6	6.95	8.3
CORUNDUM	0.6	1.3	0.4	0.71	0.6
HYPERSTHENE	3.7	0.7	2.8	1.23	2.2
MAGNETITE	2.3	1.4	1.6	0.7	1.2
ILMENITE	0.8	0.2	0.6	0.3	0.5
APATITE	0.7	-	0.7	-	0.3

In An-Ab-Or normative diagram (Fig.5a) all the samples are confined to the granite field. In SiO₂-vs total alkali variation diagram (Fig.5b) the gray and pink granites are located both in the alkalic and subalkalic fields. The calc-alkaline nature of the Perintalmanna granite is evident in AFM diagram (Fig.5c). Here all the plots are located in the calc-alkaline field.

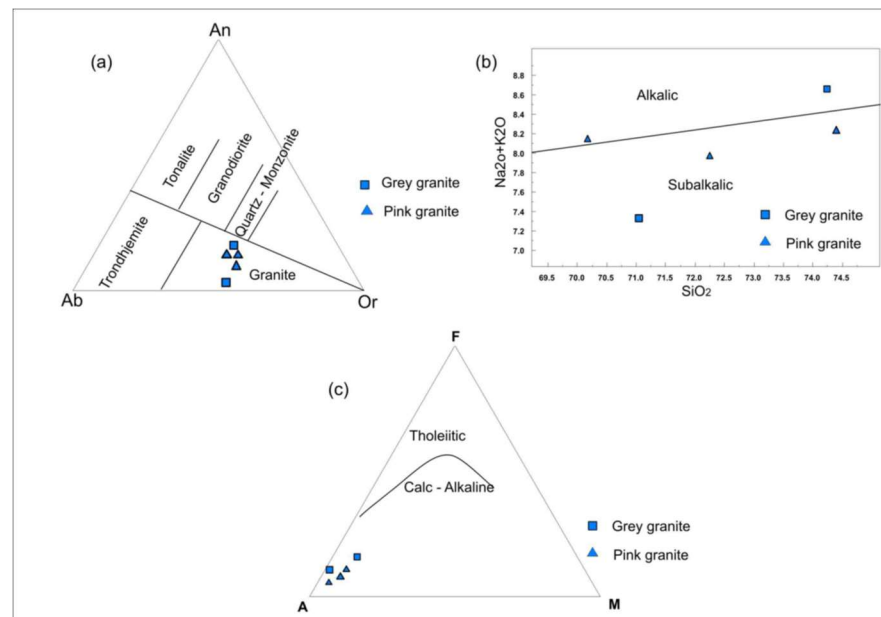


Fig.5 a. An-Ab-Or normative diagram; b. SiO₂-vs total alkali variation diagram; c. A-F-M diagram.

Thus the major element content and ratios indicate that the Perintalmanna, granites are peraluminous and strongly potassic. The various discrimination diagrams point to the overall granitic nature of rocks.

The granites have high content of Ba and Sr. In SiO₂vsRb diagram, all the granite plots fall in the within-plate field (Fig.6a). The depth of formation of

granite is between 15 and 30 km as is shown in log Rbvs log Sr diagram (Fig.6b). The overall content and ratios of the trace elements support the magmatic and A-type character and within-plate setting for Perintalmanna granites.

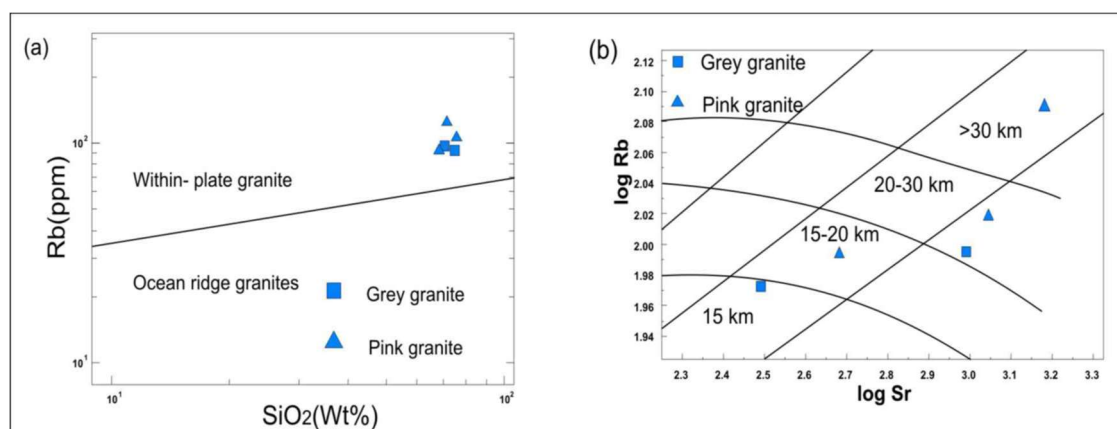


Fig.6 a. SiO₂vsRb diagram (Pearce, 1984); b. log Rbvs log Sr diagram

Discussion and conclusion

The rocks of Perinthalmanna area do not preserve any primary planar structures due to high grade metamorphism undergone by them. The secondary planar structures observed in the gneisses and charnockite are deep penetrating foliations and well-developed joints. The fabric of the rocks, except that of granite and dolerite, reflect intense deformation and metamorphic recrystallization. Biotite gneiss, hornblende biotite gneiss and hornblende biotite schist are characterized by deep penetrative foliations, well developed gneissosity and schistosity.

Granite in the study area has concordant relationship with the country rocks indicating its igneous parentage and some structural control in its origin. The rock does not exhibit deformational structures or textures pointing to the postorogenic nature. Mainly two types of granites are found viz. pink and gray, the latter being the dominant one. The holocrystalline, coarse grained and interlocking grains suggests igneous origin. The texture, structure and field relations of the two granite variants show the postkinematic nature of Perintalmanna granite. The mineralogical characteristics also support A-type character.

The major element data of gray and pink granites have strong geochemical similarities. The DI values are also similar. Both granites have low CaO, MgO and high FeO/MgO values indicating their A-type character. The high SiO₂ and alkali

content, Na₂O/K₂O ratio, weak peraluminous nature and subalkalic character of the two variants are similar to that of many A-type granites. Thus the major element characters show the postorogenic, magmatic and calc-alkaline to alkaline nature and A-type affinity of Perintalmanna granites.

The trace element content and ratios of gray and pink varieties of Perintalmanna granite show magmatic differentiation to be a major process in their formation. The high Ba/Sr ratios are typical of early crystallization of plagioclase. The high K/Rb values suggest Rb-depleted source. High Sr and low Rb show that they have not evolved from sedimentary rocks. The discrimination diagrams indicate that the granites belong to the within plate type and the depth of formation is between 15 and 30 km. The concentration and ratios of trace elements indicate the A-type character of the two variants.

A number of models are suggested for the formation of A-type granites. The most popular genetic model is the formation of magmas by partial fusion followed by fractional crystallization. Metasomatism, fractional crystallization and partial melting are the possible theories on the origin of alkali granites. Sylvester and Eby suggest the formation of anorogenic granites from primary magmas produced by partial melting of dry lower crustal rocks. Mantle derived volatiles rich in CO₂ might have driven hydroxyl minerals and fused the lower crustal rocks resulting in the generation of granite magmas. Perinthalmanna granite is located in an area of thick continental crust with granulites. Here the A-type granite magma might have formed by the partial melting of granulites by the influx of CO₂ rich fluid. The most probable mechanism of melting in plate interior is by mantle upwarping producing rapid decompression melting. Crustal distension might have led to mantle degassing and localized melting of lower crust. Perunthalmanna is located in a region of thicker continental crust. It may be concluded that the two variants of Perintalmanna granite had formed by the partial melting of granulites in the lower crust by mantle derived volatiles.

References

1. Andreoli, M.A.C. (1984) Petrochemistry, tectonic evolution and metasomatic mineralization of Mozambique belt granulites from South Malawi and Tete (Mozambique). *Precamb. Res.*, v.25, pp.161-186.
2. Nair, N.G.K., Santosh, M. (1984) Petrochemistry and tectonic significance of the Peralimala alkali granite, Cannanore district, Kerala. *Jour. Geol.Soc. India*, v.25, pp.35-44
3. Nair, N.G.K., Santosh, M. and Thampi, P.K. (1983) Geochemistry and petrogenesis of the alkali granite of Munnar, Kerala (India) and its bearing on rift-tectonics-*NeuesJahr-buch. Miner.Abb.*148. pp.223-232.
4. Pitcher, W.S. (1993) *The Nature and Origin of Granite*. 1st edition, Blackie Academic and Professional, Glasgow, 321p.
5. Ratnakar, J. (2006) Precambrian alkaline complexes of southern India. *Intl. Symp. On "Montreal 2006: Alkaline igneous systems: dissecting magmatic and hydrothermal mineralizing processes"*, Montreal, Canada, Abst., p.126.
6. Santosh M, Nair GK (1983) Petrochemistry of the Chengannoor granite, Alleppey district, Kerala. *J. Geol. Soc. India* 24:291–298
7. Santosh, M., Nair, N.G.K., Pande, K. and Gopalan, K. (1986) Rb-Sr geochronology of the Ambalavayal granite, Kerala. *Jour. Geol. Soc. India*. v.27, pp.309-312
8. Sylvester, P.J. (1989) Postcollisional alkaline granites. *Jour. Geol.*, v. 97, pp. 261-280.